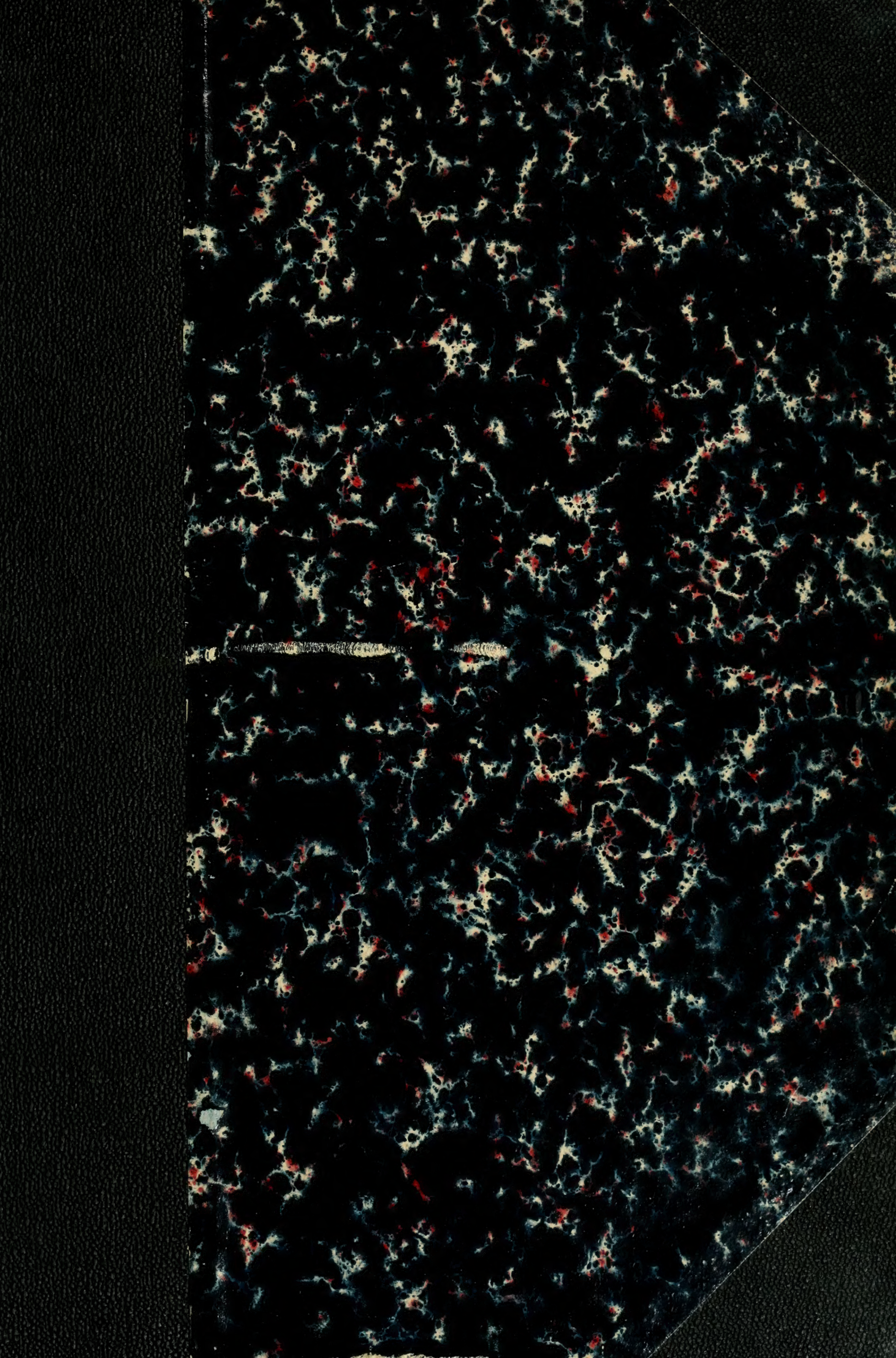


# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
## DE CRACOVIE.

---

### CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

5%/

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Joseph Rostafiński,
Secrétaire de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1907. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
## DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER
## DER
# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
## IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

## ANNÉE 1906.




CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1907.

# Table des matières.

N° 1. JANVIER 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1906

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 1. Janvier 1906.



## Séance du lundi 8 Janvier 1906.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

1. M. ED. JANCZEWSKI m. t. **Gatunki rodzaju Ribes L. II. Podrodzaj Ribesia et Coreosma.** ***(Species generis Ribes L. II Subgenera Ribesa et Coreosma).***

Ayant commencé notre énumération par le sous-genre *Parilla*[1]), nous aurions dû lui faire succéder le *Berisia*, le deuxième à fleurs dioïques, contenant aussi quelques espèces nouvelles. Nous renonçons, cependant, à cet ordre naturel, en espérant que certaines plantes fleuriront au printemps et pourront par conséquent être étudiées d'une manière plus approfondie, et donnons aujourd'hui deux autres sous-genres: *Ribesia* et *Coreosma*, dont la connaissance des espèces est plus avancée.

### **Ribesia** (Berlandier) nob.

Arbrisseaux inermes, élevés, atteignant 2 m. de hauteur, rarement 4 m., exceptionnellement subrampants. Ecorce primaire se détachant par lanières papyracées sur les scions annuels ou bisan-

[1]) Janczewski. Species gen. Ribes I: in Bull. Acad. Cracovie, Décembre 1905.

nuels. Bourgeons petits, rarement moyens, couverts d'écailles scarieuses; les terminaux toujours à bois, ne produisant jamais de grappes. Pubescence rarement considérable. Glandes petites, cristallines, subsessiles ou pédicellées, même portées sur des soies distinctes. Feuilles caduques, généralement moyennes, 3—5-lobées, parfois 3-fides, à lobes quelquefois acuminés; préfoliation plissée. Grappe pendante à l'anthèse, ou presque horizontale, habituellement moyenne, exceptionnellement très longue (30 cm), alors très lâche. Bractées ordinairement très petites, uninerves. Pédicelles développés, quelquefois bractéolés, ou subnuls. Fleur bisexuée et homogame, petite ou presque moyenne, rotacée, pelviforme, turbinée, exceptionnellement subtubuleuse, verdâtre, pâle, lavée de rouge, quelquefois pourpre, jamais blanche ou jaune, glabre ou subglabre. Réceptacle souvent orné de cinq mamelons infrapétaliens, isolés ou se confondant en un bourrelet pentagonal-arrondi. Sépales presque toujours libres, étalés, réfléchis ou divergents en entonnoir, quelquefois ciliés. Pétales ordinairement petits. Etamines courtes, quelquefois allongées. Style bifide, rarement presque entier. Ovaire glabre; voûte horizontale ou un peu soulevée, exceptionnellement conique, abritant presque la moitié des ovules (ovaire semi-infère). Fruit rouge, pourpre ou noir, juteux, acidulé ou acide; suc coloré. Graines moyennes ou assez grandes. Germination lente, après quelques mois, voire même un an.

Patrie: Asie (12 espèces), Europe (3), Amérique du nord (1), Afrique du nord (1). En tout 14 espèces, parce que quelques-unes habitent deux, même trois parties du monde. En outre, quelques hybrides obtenus dans nos jardins, que nous énumérons à leur suite.

1. **R. multiflorum,** Kitaibel, 1819. — Europa meridionalis: in montibus Sardiniae, Italiae, Croatiae, Dalmatiae, Graeciae. — Frutex in hortis nostris floret copiose, sed baccas mense Augusto et Septembri maturescentes rarissime profert.

2. **R. manshuricum,** Komarow, 1904. — Frutex bimetralis: foliis maioribus, latis, 3—5-lobis, saepe acuminatis, basi cordatis, subglabris v. subtus pubescentibus; racemis saepe longis (3—20 cm), confertis v. laxiusculis, multifloris, basi nudis, dependentibus; floribus parvis, pallidis, pelviformibus, receptaculo pelviformi, verrucis 5 liberis, conspicuis munito, sepalis ac petalis reflexis, staminibus elongatis, divergentibus, stylo bifido, stamina aequanti; bacca

rubra, acida, medio mense Augusto maturescente. — Asia septentr. orientalis: Mandchuria, Tchi-li. Mongolia orient., Chen-si (R. P. Giraldi Nr. 3784). — *R. multiflorum γ mandchuricum* Maximowicz. — Frutices nostri Ussurienses ad varietatem *β subglabram* Komarow, pertinent.

A proximo *R. multifloro* differt ramulis tenuioribus, gemmis minoribus, foliorum forma, verrucis receptaculi liberis, annulo basali non coniunctis, stylo minus profunde bifido.

3. **R. vulgare,** Lamarck, 1789. — Europa occidentalis: Gallia, Belgia, Britannia (?) — *R. domesticum* Janczewski. — *R. rubrum* auct., non Linne. — Frutices nostri e Gallia proveniunt.

4. **R. triste,** Pallas, 1797. — Asia septentrionalis: ab Jenissei infer. usque ad mare Ochotense et Mandchuriam, Sachalin, Japonia septentr.; America septentr.: ab oceano Pacifico (Alaska, Oregon) usque ad Atlanticum (Virginia, Terra Nova). — *R. albinervium* Michaux; *R. propinquum* Turczaninow. — Plantae nostrae e Vermont, Washington et Hokkaido proveniunt; baccae priorum sub finem mensis Junii maturescunt.

Differt a *R. vulgari* statura humili, racemis brevibus, floribus minoribus, perfecte rotatis, saepe purpureis (Washington), antherarum forma aliisque notis.

5. **R. Warszewiczii,** Janczewski, 1905, in Cat. Fruticet. Vilmorin. — Sibiria orientalis. — Frutex a Warszewiczio e seminibus Sibiricis olim educatus; baccae purpureae initio mensis Julii maturescunt.

6. **R. rubrum,** Linne, 1753. — Europa septentrionalis et orientalis: Scandinavia, Dania, Borussia, Polonia, Lithuania, Fennia, Rossia; Asia septentrionalis: Terra Kirghizorum, Sibiria occidentalis, Transbaicalia. — Frutices nostri Europaei ad varietates: *α scandicum* (Hedlund), et *β pubescens* Swartz, Asiatici ad *γ glabellum* Trautvetter & Meyer, et *δ hispidulum* nob. pertinent.

Species a *R. vulgari* omnino diversa; a *R. Warszewiczii* differt floribus minoribus, receptaculo annulo prominenti destituto, vertice ovarii convexo.

7. **R. moupinense,** Franchet, 1886. — Asia centralis: Chen-si, Kansu orient, Thibet, Se-tchuen, Hupeh (Wilson Nr. 283), Jun-nan.

Folia saepissime trifida; in planta Thibetanica 3—5-loba, racemi breviores.

8. **R. setchuense,** nob. Frutex probabiliter elatus: ramulis juvenilibus pubescentibus; foliis trifidis, lobis elongatis, saepe subacu-

minatis, basi subcordatis, pubescentibus; racemis elongatis (10 cm), confertis, multifloris (50), spiciformibus; floribus sessilibus, parvis, turbinatis, sepalis ligulatis, petalis subcuneiformibus, staminibus brevioribus, profundius quam petala insertis, antheris ovoideis, stylo brevi, apice bifido, basim petalorum vix attingenti; bacca rotundata, nigra. — Asia centralis: Se-tchuen, altit. 1400 m. (R. P. Farges Nr. 958, in herb. Paris.).

A proximo *R. moupinensi* differt foliis pubescentibus, racemis confertis, multifloris, staminibus profundius insertis.

9. R. **petraeum,** Wulfen, 1781. — Europa: in Alpibus; Africa septentrionalis: in summis montibus Atlas; Asia: Sibiria occidentalis et centralis, Transbaicalia.

Plantae nostrae Asiaticae et Caucasicae non floruerunt; Europeae ad varietates *α bullatum* (Otto & Dietrich), et *β carpathicum* (Kitaibel) pertinent.

10. R. **himalayense,** Decaisne, 1844. — Asia: in montibus altioribus chinensibus et viciniis. — *R. Meyeri*, Maximowicz. — Frutices nostri non floruerunt, sed flores recentes e fruticeto Vilmoriniano habuimus.

Differt a praecedente gemmis minutis, racemis laxioribus, receptaculo verruculis internis destituto, calyce turbinato, non explanato, vertice ovarii paulo prominenti.

11. R. **latifolium,** nob. — Frutex bimetralis: ramulis recentibus pubescentibus, rarius setuloso-glandulosis; foliis maioribus, latis, 3—5-lobis, lobis saepe acuminatis, basi cordatis, subtus pubescentibus v. tomentosis; racemis sat brevibus (3—6 cm), 6—20-floris; floribus pedicellatis, subcampanulatis?, viridulis v. purpureis; receptaculo subcampanulato, sepalis longioribus quam latis, saepe ciliatis, explanatis?, petalis subcuneiformibus, quam sepala subduplo brevioribus, staminibus petala aequantibus, stylo apice bifido, vertice ovarii paulo prominenti; bacca rotundata, rubra, acidula. — Asia orientalis: in montibus Japoniae, Mandchuriae, Sachalini. — *R. petraeum β tomentosum,* Maximowicz. — Plantae nostrae Ussurienses et Japonicae juveniles, debiliter crescunt.

Species bona. Differt a *R. himalayensi* gemmis maioribus, a *R. petraeo* vertice ovarii paulo prominenti, ab utroque foliorum et florum forma, racemis brevioribus.

12. R. **longeracemosum,** Franchet, 1886. — Asia centralis: in montibus Thibeti orient., Se-tchuen, Hupeh, altit. 3000—4500 m.

13. **R. Griffithii,** Hooker fil. & Thomson, 1858. — Asia, in montibus Himalaya: Sikkim, Bhotan, altit. 2500—4000 m.

14. **R. Soulieanum,** nob. — Frutex probabiliter robustus: foliis juvenilibus profunde lobatis, lobis acutiusculis, subtus pubescentibus; racemis mediocribus (6 cm), sublaxifloris (25), bracteis conspicuis lanceolatis, pedicellis brevibus (0·5—1·5 mm), inferioribus bracteolatis; floribus purpureis, subcupuliformibus, receptaculo cupuliformi, subduplo latiore quam longo, sepalis subovatis, reflexis, petalis rubris, erectis, subrhomboideis, quam sepala brevioribus ($^3/_5$—$^2/_3$), staminibus petala aequantibus, antheris ovato-rotundatis, stylo apice bifido, vertice ovarii paulo prominenti; bacca ignota. — Asia: in montibus Thibeti orient. (Tchioc-na). — (R. P. Soulié Nr. 1409, in herb. Paris.)

A proximo *R. Griffithii* differt racemo breviore, bracteis et floribus minoribus, receptaculi et perianthii forma, antheris latioribus, obtusis, non nectariiferis.

## Formae hybridae.

*a*) **R. Houghtonianum,** Janczewski, 1904. — (rubrum × vulgare). — *Groseiller Houghton Castle* hort.

*b*) **R. acerifolium,** C. Koch, 1869. — (rubrum × vulgare). — Ex horto Muskau.

*c*) **R. pallidum,** Otto & Dietrich, 1842. — (petraeum × rubrum). — *R. Kitaibelii* Dörfler. — *Groseiller rouge de Hollande* hort.

*d*) **R. holosericeum,** Otto & Dietrich, 1842. — (petraeum × rubrum). — Ex horto Späth.

*e*) **R. Gonduini,** Janczewski, 1904. — (petraeum × vulgare). — *Groseiller rouge de Gondouin* hort.

*f*) **R. Koehneanum,** Janczewski, 1904. — (multiflorum × vulgare). — Planta in horto botan. Berol. olim culta. — (in herb. Koehne Nr. 17124).

*g*) **R. urceolatum,** Tausch, 1838. — (multiflorum × petraeum). — Ex horto Späth.

## Coreosma Spach.

Arbrisseaux inermes, élevés, de 1—5 m., plus rarement subrampants, glabres ou pubescents, ordinairement glanduleux. Ecorce primaire tenant bien à la secondaire, ou tombant par lanières papy-

racées sur les scions annuels ou bisannuels. Bourgeons petits, moyens ou gros, couverts d'écailles herbacées quelquefois rouges; les terminaux produisant souvent des grappes. Glandes visqueuses ou cristallines, sessiles ou stipitées, même portées sur des soies distinctes; plus rarement huileuses, pelviformes, sessiles. Feuilles petites, moyennes ou grandes, 3—7-lobées ou sublobées, herbacées ou subcoriaces, caduques, exceptionnellement indivises, coriaces, persistantes. Préfoliation plissée, quelquefois convolutée. Grappe de dimension variable, érigée ou pendante, quelquefois corymboïde, ou pauciflore et capituliforme, exceptionnellement remplacée par une fleur solitaire ou deux géminées. Bractées différentes, pâles, vertes ou colorées. Pédicelles courts ou allongés, rarement bractéolés, quelquefois nuls. Fleur bisexuée, protérandre ou protérogyne, petite, moyenne ou considérable, rotacée, pelviforme, hypocratériforme, subcampanulée ou tubuleuse, verdâtre, pâle, jaune, blanche, rose, rouge ou pourrpe, glabre ou pubescente, souvent glanduleuse. Réceptacle glabre à l'intérieur, exceptionnellement pubescent, court ou plus profond, même tubuleux. Sépales étalés ou recourbés, quelquefois soudés à la base, même formant un long tube. Pétales de forme et de dimensions variables, quelquefois conchiformes, exceptionnellement égaux aux sépales. Etamines insérées sur le bord du réceptacle ou plus profondement, quelquefois au tube du calyce. Anthères souvent munies d'une fossette nectarienne sessile ou saillante. Style bifide, quelquefois presque jusqu'à la base, ou, au contraire, presque entier, glabre, très rarement pubescent. Ovaire glabre ou pubescent, ordinairement glanduleux ou hérissé de soies gl. Voûte horizontale ou soulevée, même considérablement, quelquefois calleuse. Fruit petit ou moyen, noir, pourpre, rouge, brun, écarlate, ambré ou vert, luisant ou pruineux, glabre ou semé de glandes, même de soies gl. Chair habituellement pâle, gélatineuse, fade, plus rarement sucrée-acidulée, comestible. Graines grandes, moyennes ou petites, dans ce cas très nombreuses. Germination lente, après quelques mois ou un an, exceptionnellement dans 3—6 semaines.

Patrie: Amérique septentrionale (27 espèces), Asie (9), Europe (1), Amérique australe (1). En tout 36 espèces connues, puisque quelques unes habitent deux parties du monde.

Nous divisons le sous-genre *Coreosma* en 7 sections assez naturelles:

I. *Microsperma.* Fleurs grandes, solitaires ou géminées, non

réunies en grappes. Glandes visqueuses. Fruit vert, contenant de graines nombreuses (60), bien petites. Arbrisseaux petits.

II. *Fargesia.* Grappe minuscule, 2—3-flore. Fleurs verdâtres, souvent apétales. Fruit pédonculé. Glandes nulles. Arbrisseaux élevés.

III. *Heritiera.* Grappe érigée. Fleurs protérandres. Anthères renversées après l'anthèse. Ovaire hérissé de soies gl. Glandes cristallines ou visqueuses (?). Arbrisseaux subrampants.

IV. *Calobotrya.* Fleurs protérogynes, pâles, blanches, roses ou rouges. Ovaire presque toujours semé de glandes stipitées. Glandes visqueuses. Arbrisseaux élevés.

V. *Symphocalyx.* Fleurs protérogynes, jaunes. Ovaire glabre. Glandes cristallines, petites, pulvérulentes. Préfoliation convolutée. Arbrisseaux élevés.

VI. *Cerophyllum.* Grappe pauciflore, capituliforme. Fleurs tubuleuses, rosées ou blanches. Ovaire glanduleux. Glandes visqueuses. Feuilles disposées en $^3/_8$. Fruit luisant, écarlate. Arbrisseaux élevées.

VII. *Eucoreosma.* Fleurs protérandres, pâles, blanches, roses ou pourpres. Ovaire glanduleux. Glandes huileuses. Arbrisseaux élevés ou subrampants.

### I. **Microsperma** nob.

1. **R. ambiguum,** Maximowicz, 1874. — Japonia: Nippon, Kiusiu (Maximowicz, R. P. Faurie); China australis: Se-tchuen oriental. (R. P. Farges, in herb. Paris.).

### II. **Fargesia** nob.

2. **R. Fargesii,** Franchet, 1898. — China australis: Se-tchuen, altit. 1800 m. — (R. P. Farges Nr. 1353, in herb. Paris.).

### III. **Heritiera** nob.

3. **R. laxiflorum,** Pursh, 1814. — America septentr.-occidentalis: a California septentr. usque ad insulam Sitka; Asia septentr.-orientalis: Japonia, Sachalin.

4. **R. prostratum,** L'Héritier, 1783. — America septentrionalis: ab oceano Atlantico (Terra Nova, Labrador, Carolina) usque ad montes Scopulosos. — Planta nostra copiosissime floret, sed baccas raras, sub finem mensis Junii v. Julio maturescentes, profert.

5. R. **coloradense,** Coville, 1901. — America septentrionalis: Colorado (montes Mesa Grande, Pagosa Peak), altitud. 3500 m. — Planta nostra raro floret, fructus ex arboreto Späthiano habuimus.

6. R. **erythrocarpum,** Coville & Leiberg, 1896. — America septentr.-occidentalis: Oregon (Montes Cascades), altitudo 1650—2400 m. — (Coville 1900, in herb. Koehne Nr. 16287).

## IV. Calobotrya Spach.

7. R. **Howellii,** Greene, 1896. — America septentr.-occidentalis: Washington (mons Paddo), altit. 2000 m. — *R. acerifolium* Howell, non C. Koch. — Cultura huius fruticis valde difficilis.

8. R. **sucheziense,** nob. — Frutex semi-metralis: ramulis divaricatis; foliis parvis 3—5-lobis, basi cordatis, subtus glandulosis, petiolo rubescenti; racemis brevissimis (1 cm) paucifloris; floribus subsessilibus, rubris?, turbinatis?, puberulis, sepalis basi connatis, petalis anguste conchaeformibus, marginibus unguiculorum cum tubo calycino connatis, antheris rotundatis, polline perfecto, stylo bipartito, ovario pubescenti et glanduloso; bacca rubra, rotundata, glandulis subsessilibus conspersa, seminibus rotundatis, pallidis. — Bolivia (Suchez), altit. 4500 m. — (Weberbauer Nr. 1006, in herb. Berol.).

Flores in anthesi ignoti. — Species inter austro-americanas unica ad subgen. Coreosma referenda, ab omnibus notis unguiculis petalorum cum calyce connatis bene distincta.

9. R. **mogollonicum,** Greene, 1881. — America septentrionalis: Colorado, Utah, N. Mexico. — Colitur in hortis, ubi floret et fructificat abunde.

10. R. **nevadense,** Kellogg, 1855. — America septentr.-occidentalis: California (montes Sierra Nevada), altit. 2000 m. — Forma et magnitudo sepalorum ac petalorum in hac specie variabiles. — Planta nostra juvenilis minuta.

11. R. **sanguineum,** Pursh, 1814. — America septentr.-occidendalis: a California (altitudo 1100 m) usque ad Columbiam Britannicam. — Colitur in hortis, ubi floret et fructificat abunde.

Nostra planta fera, e Washington, nondum floruit.

12. R. **glutinosum,** Bentham, 1835. — America septentr.-occidentalis: California (in collinis), altit. 250 m. — Colitur in hortis, praecipue Europae occidentalis, apud nos frigoris non satis patiens. — Frutex praecedenti robustior; differt ab eo racemis longioribus

pendulis, bracteis recurvatis, floribus pallidioribus, vertice ovarii vix prominenti.

13. **R. Santae Luciae,** nob. — Frutex probabiliter robustus: ramulis juvenilibus puberulis; foliis 3—5-lobis, basi cordatis, subtus puberulis; racemis mediocribus (6 cm), 20-floris; bracteis ellipticis rubris, bracteolis subnullis; floribus pedicellatis, pubescentibus, hypocrateriformibus?, rubris?, receptaculo tubuloso, sepalis receptaculo paullo longioribus, petalis subspatulatis, staminibus petala aequantibus, antheris rotundatis, foveola nectariali munitis, stylo apice bifido, antheras vix superanti, ovario puberulo et glanduloso; bacca glandulis stipitatis conspersa. — America septentr.-occidentalis: California (montes Santa Lucia). — Flores in anthesi et fructus maturi ignoti, propterea descriptio nostra imperfecta. — (Barber $^{16}/_{6}$ 1899, in herb. nostro).

Species *R. sanguineo* et *R. glutinoso* valde affinis, sed antheris nectariiferis bene distincta.

14. **R. tortuosum,** Bentham, 1845. — America septentr.-occidentalis: California inferior. — *R. Palmeri* Vasey & Rose?

15. **R. malvaceum,** Smith, 1819. — America septentr.-occidentalis: California, in collibus ripariis. — Planta nostra juvenilis, nondum floruit.

16. **R. campanulatum,** Humboldt & Bonpland, 1819. — Mexico (San Luis Potosi, Eslava), altit. 2000—2700 m. — (HB. in herb. Berolin.; Altamirano 1900, in nostro; Parry & Palmer Nr. 232, in herb. Boissier).

17. **R. viscosissimum,** Pursh, 1814. — America septentr.-occidentalis: montes Scopulosi, Cascades, Sierra Nevada, altit. 1700—3500 m. — Cultura hujus speciei difficilis.

18. **R. Hallii,** nob. — Frutex probabiliter minor: ramulis hornotinis pubescentibus et setuloso-glandulosis; foliis rotundatis vel subreniformibus, sublobatis, lobis obtusis brevibus, basi cordatis, subpubescentibus et glandulosis; racemis corymboideis, 5 cm longis, paucifloris (4—8), bracteis conspicuis, viridibus, lanceolatis, pedicellis elongatis; floribus maioribus, campanulatis, pubescentibus, viridulis, margine rubescentibus, eglandulosis, receptaculo subcampanulato, sepalis subacutis, petalis albidis, subconchaeformibus, latis, staminibus petala aequantibus, antheris albidis, ovoideis, foveola nectariali munitis, stylo apice fisso, quam stamina longiore, glabro, ovario pyriformi, glaberrimo; bacca ignota. — America septentr.-occidentalis:

California septentr. (montes Sierra Nevada, Siskiyou), altit. 2200—2500 m. — (Hall & Babcock Nr. 4370, 5533. in herb. nostro).

Planta *R. viscosissimo* similis, sed floris colore et ovarii glabritie bene distincta. An species propria?

19. **R. affine,** Kunth in HB, 1823. — Mexico (montes Orizaba, Santa Fé, Real de Monte, Sierra de Pachuca), altit. 2500—3800 m. — *R. multiflorum* Kunth in HB, non Kitaibel. — (HB. in herb. Paris.: Linden Nr. 762, Galeotti Nr. 3690, Pringle Nr. 6999, in herb.).

Planta nostra annua sed robusta, metralis.

20. **R. Altamirani,** nob. — Frutex magnitudinis ignotae: ramulis tenuibus; foliis rotundatis, 3—5-lobis, basi subcordatis, subtus puberulis; racemis 6—7 cm longis, subdecemfloris, laxis, bracteis viridibus, lanceolatis; floribus minoribus, pedicellatis, roseolis, subcampanulatis, sepalis subacutis, recurvatis, trinerviis, petalis oblongis, conchaeformibus, staminibus petala vix superantibus, antheris ovatis, foveola nectariali prominenti munitis, stylo inter stigmata fisso, ovario glabro; bacca ignota. — Mexico: Serrania del Pinal, Quintero. — (Altamirano $^1/_4$ 1896. in herb. nostro).

Differt a *R. affini* sepalis trinerviis, a *R. ciliato* foliis non setuloso-glandulosis, ab utroque racemis laxioribus, pedicellis bracteolatis, floribus minoribus, petalis angustioribus sed distincte conchaeformibus.

21. **R. ciliatum,** Humboldt & Bonpland, 1819. — Mexico (montes Jorullo, Sierra de las Cruces, Nevada de Toluca), altitudo 1200?—4000 m. — *R. jorullense* Kunth in HB. — (HB. in herb. Berolin. et Paris.).

## V. **Symphocalyx** Berlandier.

22. **R. aureum,** Pursh, 1814. — America septentrionalis: a fl. Mississipi et Missouri (Arkanzas, Louisiana) usque ad oceanum Pacificum (Washington, Oregon). — Fructus *var. chrysococcae* sub finem mensis Junii, *var. melancoccae* medio vel ultimo mense Julio maturescunt.

23. **R. flavum,** Berlandier, 1826. — America septentr.-occidentalis: California; Mexico septentrionalis: Chihuahua, Sonora. — *R. tenuiflorum* Lindley, 1830.

Planta *R. aureo* valde affinis; an species propria?

## VI. Cerophyllum Spach.

24. R. **Späthianum,** Koehne, 1899. — America septentrionalis: Colorado (Black Cañon), Arizona (Flagstaff). — Baccae fruticis Coloradensis sub finem mensis Junii maturescunt.

25. R. **inebrians,** Lindley, 1831. — America septentrionalis: Dakota, Montana, Utah, Colorado, N. Mexico; altit. 2500—3500 m. — Baccae fruticum Coloradensium et Utahensium mense Julio maturescunt.

Frutex praecedenti robustior, elatior, saepius puberulus; flores et folia maiora.

26. R. **cereum,** Douglas. 1830. — America septentr.-occidentalis: Washington, Oregon, California (Sierra Nevada), Colorado; altit. 2000—4000 m. — Frutices nostri Washingtonienses (?) abunde, Coloradenses autem et Californici parcissime farinosi; baccae sub finem mensis Junii (e Sierra Nevada) v. Julio maturescunt.

Species a duabus praecedentibus secretione farinosa, bracteis dentatis, staminibus in tubo florali profundius insertis, bene distincta

## VII. Eucoreosma nob.

27. R. **bracteosum,** Douglas, 1833. — America septentr.-occidentalis: in collibus et montibus Cascadis, a California septentrion. usque ad insulam Sitka. — Frutices nostri ad duas varietates: *α* flore viridulo, ovario oblongo, *β* flore fusco, ovario rotundato, pertinent.

28. R. **japonicum,** Maximowicz, 1874. — Japonia: Nippon, Jezo austral.; altit. 1000 m.

29. R. **viburnifolium,** A. Gray, 1882. — California inferior, Americana et Mexicana. — Planta nostra juvenilis, non floruit.

30. R. **procumbens,** Pallas, 1788. — Sibiria: a montibus Altaicis usque ad mare Ochotense et Mandchuriam septentrionalem. — Planta nostra Irkutica baccas non profert.

31. R. **fragrans,** Pallas, 1797. — Sibiria: in montibus altioribus, ab Altai usque ad mare Ochotense. — *R. graveolens,* Bunge.

32. R. **dikuscha,** Fischer, 1844. — Sibiria orientalis: a laco Baical usque ad Kamtchatkam et Mandchuriam septentrionalem. — Plantae nostrae *var. appendiculatae* Krylow, juveniles.

33. R. **hudsonianum,** Richardson, 1823. — America septentrionalis: a sinu Hudsonico usque ad oceanum Pacificum. — *R. h. var. petiolare* (Douglas): in montibus Dakota, Idaho, Washington, Utah,

Columbia britannica, altit. 700—2500 m. — Frutex noster Canadensis natus 1904, nondum floruit.

34. **R. nigrum,** Linne, 1753. — Europa: ab Hispania septentr. usque ad Scandinaviam et Rossiam uralensem. — *R. n. var. pauciflorum* (Turczaninow) est ejus forma asiatica: Sibiria occidental. et central., Terra Kirghizorum, Himalaya. — Evolutio et florescentia plantarum Asiaticarum praecotiores quam Europaearum.

35. **R. ussuriense,** nob. — Frutex odore camphoreo, non foetidus: foliis 3—5-lobis, lobis acutiusculis, medio productiore, basi cordatis, subtus punctato-glandulosis, petiolo rubescenti; racemis brevibus (1—1·5 cm), 5—9-floris, bracteis parvis, ovatis v. lanceolatis, pedicellis conspicuis, ebracteolatis; floribus luteolis, subcampanulatis, pubescentibus, glandulosis, receptaculo cupuliformi, sepalis ligulatis, utrinque pubescentibus, reclinatis, basi connatis, petalis sagittatis, luteolis, staminibus petala subaequantibus, antheris ovatis, foveola nectariali munitis, stylo apice bifido, ovario subturbinato, glanduloso, vertice ovarii calloso, valde prominenti (ovario semi-infero); bacca olivacea (1904) inodora. — Germinatio praecotior quam in aliis speciebus subg. Coreosmae. — Mandchuria. — In nostris plantis Ussuriensibus gemmae florales hieme 1904/5, omnes emortuae sunt.

Differt a proximo *R. nigro* odore, petiolis rubescentibus, floribus luteolis, receptaculo breviore, bacca inodora.

36. **R. floridum,** L'Héritier, 1784. — Canada, America septentrionalis: ab oceano Atlantico usque ad Montes Scopulosos (Colorado, Wyoming); Mexico septentr.: in montibus Sierra Madre (Chihuahua, Townsend & Barber 1899), altit. 2500 m. — Colitur in hortis; baccae sub finem mensis Julii maturescunt.

## Formae hybridae.

*a*) **R. Gordonianum,** Lemaire, 1846. — (sanguineum ♀ × aureum ♂). — Frutex topiarius, sterilis.

*b*) **R. Carrierei,** C. Schneider, 1905. — (glutinosum albidum ♀ × nigrum ♂). — *R. intermedium* Carrière, non Tausch. — Baccae nigrae sub finem mensis Julii maturescunt. — Ex horto Simon-Louis.

*c*) **R. Bethmontii,** Janczewski, 1904. — (glutinosum? × malvaceum). — E fruticeto Bethmont. — Baccae nigrae, pruinosae, pubescentes, mense Augusto maturescunt.

*d*) **R. Culverwellii,** Macfarlane, 1900. — (nigrum ♀ × grossularia ♂) et (grossularia ♀ × nigrum ♂). — *R. Schneideri* Maurer. — Ex horto Späth. — Frutex baccas paucas profert; semina earum sterilia.

Exemplum primum hybridationis inter subgen. *Coreosmam* et *Grossulariam.*

*e*) **R. fontenayense,** Janczewski, 1905. — (glutinosum? × grossularia var. uva crispa). — Frutex inermis, metralis et ultra: ramulis rigidis, divergentibus, in juventute pubescentibus; foliis mediocribus, 3—5-lobis, basi truncatis v. subcordatis, subtus pubescentibus; racemis brevibus (1—3 cm), paucifloris (3—6), pendulis, bracteis subellipticis, conspicuis; floribus sordide roseis, pubescentibus, sessilibus, receptaculo intus pubescenti, latiore quam longo, sepalis explanatis, obtusis, petalis brevioribus, spatulatis, erectis, initio albidis, postea roseis, staminibus petala superantibus, antheris subellipticis, polline pauca (5%) granula normalia continenti, stylo pubescenti, antheras superanti, apice bifido, ovario pyriformi, breviter pedunculato, pubescenti; baccis raris, ellipsoideis, subpedunculatis, atropurpureis, subpruinosis, oligospermis, mense Septembri maturescentibus. — E fruticetis: Vilmorin et Späth.

Exemplum alterum hybridationis inter subgen. *Coreosmam* et *Grossulariam,* parentibus intermedium, ut praecedens inerme.

---

2. MM. J. BURACZEWSKI et L. MARCHLEWSKI m. t. **Studya nad barwikiem krwi V.** ***(Studies on the blood colouring matter. V. preliminary note).*** *(Recherches sur la matière colorante du sang).* Mémoire présenté à la séance du 4 Décembre 1905.

In the third [1]) preliminary communication on the chemistry of the blood colouring matter we have described experiments which lead to the discovery of the fact that the imide of methyl-propylmaleic acid may be converted by reduction into a substance which had many properties in common with haemopyrroline; it gave for instance by spontaneous oxidation a colouring matter very similar to urobiline. Nevertheless we were not prepared to identify that substance with haemopyrroline, considering that the optical proper-

[1]) This Bull. p. 397. **1904.**

ties of urobilin are not sufficiently characteristic for the purpose of identification. It was therefore necessary to seek for more exact means of characterising the reduction product in question as well as haemopyrroline, obtained from haemoglobin or chlorophyll derivatives. The search for such means proved successful; one of us (L. M.) described[1]) with J. Hetper and H. Goldmann combination products of haemopyrroline with diazonium compounds with sufficiently characteristic properties. It remained now to investigate the behaviour of the synthetical product, mentioned above towards diazonium compounds. The present communication contains an account of our results in this respect.

The methyl-n-propyl-maleic anhydride from which as stated we started, was obtained according to Michael and Tissots method. The crude reaction product containing methyl-n-propyl-malic acid was distilled and divided by fractionation into the following fractions: 1., 117—140°; 2., 140—171°; 3., 171—190°, 4., 190—230°, 4., 230—245.

The four first fractions were united and the heavier portion separated from the lighter one in a dividing funel and distilled again. The following fractions were obtained: 1., up to 210°, 2., 210—235°, 3., 235—245°. This third fraction was united with the fifth fraction of the first series of distillations and distilled again; the major part distilled now at 239—245°, and after distilling it twice using a Zincke thermometer a product was finally obtained distilling constantly at 242—243° under 734 mm pressure. Küster and Haas[2]) found the boiling point of methyl-n-propyl-maleic anhydride at 241—242°. The refraction of this anhydride we found at 25° = 1·46913, and its density $d_{25}^{4} = 1{\cdot}08995$, from which data the following molecular refraction is derived:

$$MR_D = M \frac{n^2-1}{n^2+2} \frac{1}{d} = 39{\cdot}33$$

whereas theoretically the following value is obtained using the atomic refractions as ascertained by Brühl:

$$20{\cdot}008 + 10{\cdot}510 + 4{\cdot}574 + 1{\cdot}683 + 1{\cdot}707 = 38{\cdot}482.$$

[1]) This Bull. p. 279. **1905**.

[2]) Ber. **1904**, p. 2471.

The agreement of the theoretical value with the experimentally found one is not as good as could be desired and it is therefore quite possible that despite the careful distillation a trace of some other homologue of maleic anhydride remained admixed to the examined product. These impurities cannot however amount to much, in fact the merest traces may have the influence stated.

The conversion of the anhydride into the imide was carried out in the manner described in our former communication. We got it this time in the form of white needles melting exactly at 56⁰, by crystallising the raw product from ligroin several times.

The reduction with zinc dust at high temperatures in a current of hydrogen took place rapidly and the fumes produced were carried by the hydrogen current into a flask containing well cooled ether. The ethereal solution, which was coloured slightly yellow was next shaken for some time with an aqueous solution of benzenediazoniumchloride. The colour of the ether turned at once reddish brown. The ethereal solution was next separated and treated with a small quantity of conc. hydrochloric acid, the latter turned bright cherry red, whereas the ether retained a brown colour; the latter was poured off and replaced by new small quantities of ether and shaken as long as it took up any of the brown colouring matter. Next the solution in hydrochloric acid was diluted with water, the acid neutralized by adding sodium hydrate and the colouring matter taken up in ether. The ethereal solution, after washing it repeatedly with small quantities of water in order to remove the superflous alkali, was finally treated with a small quantity of dilute hydrochloric acid. The formerly bright red colour changed to a more bluish shade and in the hope to get the azobody in the crystallized state the acidulated ethereal solution was left to stand for some time. No crystallisation however took place. After removing the ether by evaporation a red mass remained which appeared greenish in reflected light. It was dissolved in alcohol, some sodium hydrate and water added and the whole shaken up with ether. The ethereal solution examined in the spectroscop revealed the haemopyrroline-disazo-dibenzene spectrum, consisting of two bands placed in exactly the same position as the bands of the disazo colouring matter named. The acidulated ethereal solution showed a spectrum corresponding exactly to the spectrum of haemopyrroline-disazo-dibenzene-hydrochloride.

Another portion of the ethereal solution of the crude azodye was treated in the following way. After evaporating the ether the residue was dissolved in alcohol, water and sodium hydrate added and the whole heated gently for some time. A brown solution resulted in which were noticed reddish particles undissolved. The latter were filtered off and washed with a week solution of sodium hydrate, diluted alcohol and finally with water. The optical properties of this substance correspond exactly to those of haemopyrroline-disazo-dibenzene. Unfortunately the colouring matter would not crystallize and consequently it could not be identified absolutely with the corresponding derivative of haemopyrroline. We shall endeavour to prepare in the near future larger quantities of this very costly synthetical product in the hope to be able to purify it better and to induce it to asume a crystalline shape in the form of its hydrochloride. It would be very surprising if our synthetical product should prove despite its identical optical properties with haemopyrroline-disazo-dibenzene, to be not identical with the latter.

---

3. M. ST. NIEMENTOWSKI m. c. **Oksychinakrydyna i florchinyl.** ***(Oxychinakridin und Phlorchinyl).*** *(Oxychinacridine et phlorquinoléine).*

Es wurde hier ein neuer Weg der Darstellung der Chinakridinderivate durch Kondensation des o-Aminobenzaldehyds mit Phloroglucin gefunden. Der Einwirkungsmodus beider genannten Körper wurde in alkalischer Lösung bereits im Jahre 1892 von J. Eliasberg und P. Friedländer[1]) untersucht, welche zu dem Resultat gelangt sind, daß dabei das 1, 3-Dioxyakridin

OH
CH
N OH

entsteht. Bei Anwendung von zwei Molekeln o-Aminobenzaldehyd auf je eine Molekel Phlorglucin bildet sich nach meinen Unter-

[1]) J. Eliasberg und P. Friedländer: Ber. d. chem. Ges. **25.** 1758 [1892].

suchungen neben dem Dioxyakridin noch ein zweiter Körper von der Zusammensetzung $C_{20}H_{12}ON_2$ nach der Gleichung:

$$2\,C_7H_7ON + C_6H_6O_3 = 4\,H_2O + C_{20}H_{12}ON_2\,.$$

Dieser wurde als ein Abkömmling der Klasse der Chinakridine, und zwar als ein Oxychinakridin, resp. Ketodihydrochinakridin:

I. II.

erkannt. Auf Grund weiterer Untersuchungen des Körpers konnten obige $\beta$-Formeln [1]) eindeutig festgestellt werden: durch Oxydation wurde nämlich ein o-Diketon erhalten, welches mit o-Phenylendiamin unter Bildung eines Azins reagierte — Vorgänge, welche nur unter Zugrundelegung folgender Formeln:

III. IV.

befriedigend erklärt werden.

[1]) Man vergleiche meine erste Mitteilung: „Über das Chinacridin". Ber. d. chem. Ges. **29.** 76. [1896] und Rozpr. W. M. P. Ak. Um. **31.** 101. [1896].

Bei Verwendung von drei Molekeln o-Aminobenzaldehyd auf eine Molekel Phloroglucin tritt in der Reaktionsmasse noch ein dritter sauerstofffreier Körper auf, welcher nach der Gleichung

$$3\ C_7H_7ON + C_6H_6O_3 = 6\ H_2O + C_{27}H_{15}N_3$$

entsteht und die Konstitutionsformel eines Phenotrichinolins

V.

besitzen muß. Der Kürze halber und behufs Andeutung seiner genetischen Beziehungen wurde dem Körper der Name „Phlorchinyl" beigelegt. Er erscheint als eine Anhäufung dreier Chinolinreste zu einer Molekel unter Austritt von sechs Wasserstoffatomen, und demgemäß würde für ihn der Name Trichinylen vielleicht passender erscheinen; leider ist der Kern dieser Benennung von Noelting und Schwartz [1]) für ein Methanderivat bereits verwendet worden, deshalb habe ich, um möglichen Verwechslungen vorzubeugen, für meinen Körper den Terminus „Phlorchinyl" gewählt.

Betreffs aller Details über die Darstellung neuer Verbindungen und ihrer Beziehungen zueinander sei auf die polnische Originalmitteilung verwiesen; an dieser Stelle sollen nur in aller Kürze die wichtigsten Eigenschaften der Körper erwähnt werden.

**4-Oxy-β-Chinakridin resp. 4-Keto-3-Dihydro-β-Chinakridin** (Formel I resp. II) $C_{20}H_{12}ON_2$. Krystallisiert aus Eisessig in fast schwarzen, glänzenden Nadeln, mit drei Molekeln Krystalleisessig, welcher beim Trocknen auf 125° schnell entweicht. Schmilzt bei

[1]) E. Noelting und Ch. Schwartz: Ber. d. chem. Ges. **24**. 1606 [1891].

360°. In meisten organischen Solventien unlöslich, oder nur spurenweise löslich, nur in siedendem Eisessig und Nitrobenzol etwas leichter löslich. Unlöslich in Wasser, verdünnten Säuren und Basen; in konzentrierter Schwefelsäure mit hellgrüner Farbe löslich.

**4-Acetoxy-β-Chinakridin** $C_{20}H_{11}N_2O.CO.CH_3 = C_{22}H_{14}O_2N_2$. Aus Nitrobenzol entstehen feine, dunkel stahlblaue, fast schwarze, glänzende Nadeln. Es schmilzt bei 300° mit Zersetzung.

**3-4-Diketo-β-Chinakridin** (Formel III) $C_{20}H_{10}O_2N_2$ entsteht aus Oxychinakridin durch Oxydation mit Natriumbichromat in Eisessiglösung. Aus Nitrobenzol krystallisiert es in goldgelben, glänzenden Blättchen, welche, wenn sehr rein, unscharf gegen 410° unter Zersetzung schmelzen. In organischen und anderen üblichen Solventien praktisch unlöslich, nur in siedendem Nitrobenzol mäßig löslich (1 Teil Substanz erfordert ca 60 Th. Lösungsmittel).

**Azin des 3, 4-Diketo-β-Chinakridins** (Formel IV) $C_{26}H_{14}N_4$. Es bildet gelbe Nadeln, welche bei 416° schmelzen, ist etwas leichter löslich in Nitrobenzol als das Diketochinakridin, sonst in organischen Solventien praktisch unlöslich. Es bildet ein salzsaures Salz, ein Platin- und ein Golddoppelsalz.

**Phlorchinyl** (Phenotrichinolin) (Formel V) $C_{27}H_{15}N_3$, ist ausgezeichnet analog den übrigen, hier beschriebenen Körpern durch seine fast völlige Unlöslichkeit in allen organischen Solventien, in Wasser, Säuren und Alkalilaugen. In äußerst geringen Mengen wird es nur von kochendem Eisessig, bedeutend mehr von Nitrobenzol aufgenommen. Hell bräunliche, wenn umsublimiert, rein gelbe Nadeln vom Schmelzpunkt 403°.

Es ist sehr widerstandsfähig gegen Eingriff vieler chemischer Agentien, es kann z. B. stundenlang mit konzentrierter Salzsäure auf 200° in zugeschmolzenem Rohr erhitzt werden, ohne irgendwelche Veränderung zu erfahren, desgleichen destilliert es unzersetzt über Zinkstaub bei Rotglühhitze, widersteht der Einwirkung von Natriumamalgam u. drgl. Andererseits gibt es aber mit überschüssiger konzentrierter Salpetersäure, mehrere Stunden gekocht, ein rotes Dinitroprodukt; die Einwirkung von Brom führt sowohl in Lösungsmitteln als in Substanz selbst zur Bildung von Additions- und Substitutionsprodukten; mit Dimethylsulphat gibt es lose Additionsprodukte u. s. w.

Lwów, Januar 1906. Laboratorium für allgemeine Chemie der Technischen Hochschule.

---

4. M. G. GITTELMACHER-WILENKO. **O hippokoprosterynach.** ***(Über die Hippokoprosterine).*** *(Sur les hippocoprostérines).* Mémoire présenté par M. L. Marchlewski m. t.

In der Arbeit Bondzyńskis und Humnickis [1]) über das Koprosterin findet sich die Mitteilung über die Entdeckung eines eigentümlichen, cholesterinartigen Körpers in den Pferdefäces, welcher nach ihnen Hippokoprosterin genannt wurde und nicht allein einen von dem des Koprosterins verschiedenen und zwar noch niedrigeren Schmelzpunkt, sondern auch einen Unterschied in der Zusammensetzung, nämlich einen höheren Wasserstoffgehalt aufwies.

Im Anschluß an diese Beobachtung, welche von den genannten Autoren ausdrücklich als einer weiteren Prüfung bedürftig bezeichnet wurde, unternahm ich die weitere Erforschung des Hippokoprosterins. Eine solche Untersuchung bot nämlich ein Interesse nicht nur wegen der Beziehungen des Hippokoprosterins zu den im Darm eines Pflanzenfressers stattfindenden, offenbar intensiven Reduktionsprozessen, sondern auch wegen der chemischen Struktur des Cholesterins.

Das Material für die Untersuchung wurde aus Pferdekot auf ähnliche Weise wie das Koprosterin aus menschlichen Fäces gewonnen [2]). Seine Bereitung ist jedoch langwierig, weil die Substanz in dem voluminösen Pferdekot nur in geringer Menge enthalten ist. Als das rohe, aus seifenfreiem Ätherauszug gewonnene Präparat behufs Umkristallisierung mit konzentriertem Alkohol aufgenommen wurde, fiel sofort auf, daß es nicht einheitlich war. Es bestand nämlich aus zwei cholesterinartigen Körpern, von denen einer in konzentriertem (97%) Alkohol leicht, der andere dagegen darin schwer löslich war. Diese Körper, von denen wir den ersteren, in Alkohol leicht löslichen als $\alpha$-Hippokoprosterin von dem schwer löslichen $\beta$-Hippokoprosterin unterscheiden werden, wiesen bei der weiteren Untersuchung noch andere Differenzen auf.

Das $\alpha$-Hippokoprosterin krystallisierte aus konzentriertem Alkohol in feinen rhombischen Täfelchen, welche bei Betrachtung unter dem Mikroskop Cholesterinkristallen sehr ähnlich sahen. In trock-

[1]) Zeitschr. für physiol. Chem. B. XXII, 409.

[2]) l. c.

nem Zustande stellte die Verbindung jedoch dünne seidenglänzende Schuppen dar, welche weich wie Wachs waren und sich nicht zerreiben ließen. Die Krystalle schmolzen bei 66—67° C. Von den Farbenreaktionen des Cholesterins trat die Rotfärbung einer Chloroformlösung bei Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure (Salkowski's Reaktion) an dem $\alpha$-Hippokoprosterin nur träge und wenig intensiv zum Vorschein. Ebenso schien die L. Lieberman'sche Reaktion, welche diese Verbindung gab, mit geringerer Intensivität zu verlaufen; der Farbenwechsel begann bei dieser Reaktion nicht mit einer Rot- sondern direkt mit einer Blauviolettfärbung der Flüssigkeit. Bei polarimetrischer Untersuchung, welche mit einer Lösung in Benzol ausgeführt wurde, erwies sich dieses Hippokoprosterin als völlig inaktiv.

Das $\beta$-Hippokoprosterin konnte von der oben beschriebenen $\alpha$-Verbindung durch Fällen einer konzentrierten ätherischen Lösung des Rohmaterials mit Alkohol getrennt werden, weil es in kaltem Alkohol wenig löslich war. In siedendem Alkohol löste sich dieses Hippokoprosterin; die heiße alkoholische Lösung erstarrte nach Erkalten zu einer Gallerte, welche sich unter dem Mikroskop als aus winzigen, oft zu Sternen vereinigten Nadeln bestehend erwies. In trocknem Zustande stellte der Körper zu Pulver leicht zerreibbare Bröckelchen dar und verriet bei makroskopischer Betrachtung seine krystallinische Natur nicht. Das $\beta$-Hippokoprosterin war nicht allein in Alkohol, sondern auch in anderen Cholesterinsolventien (Äther, Chloroform) schwieriger löslich als die $\alpha$-Verbindung. Es gab sowohl die Salkowski'sche, wie die Lieberman'sche Reaktion auf Cholesterin, schmolz jedoch und zwar konstant bei 56° C. Seine Lösung in Benzol zeigte eine allerdings sehr schwache Rechtsdrehung, was jedoch noch einer Bestätigung bedarf, weil die Untersuchung wegen Mangel an Material nur an einer verdünnten Lösung ausgeführt werden konnte

Wie aus dem Vergleich der Krystallformen, des Verhaltens in konzentriertem Alkohol und anderen Lösungsmitteln, sowie in den Farbenreaktionen erhellt, ist das $\beta$-Hippokoprosterin mit der von Bondzyński und Humnicki unter dem Namen Hippokoprosterin beschriebenen Verbindung identisch. Einen Unterschied weisen nur die Schmelzpunkte auf, weil der Schmelzpunkt des $\beta$-Hippokoprosterins von mir niedriger gefunden wurde, als ihn die genannten Autoren für das Hippokoprosterin angeben (74—75°).

Zur Elementaranalyse wurde das α-Hippokoprosterin bis zur Entfärbung und Konstanz des Schmelzpunktes aus konzentriertem Alkohol umkrystallisiert, das β-Hippokoprosterin anfangs aus konzentrierten ätherischen Lösungen mehreremal mit Alkohol umgefällt und schließlich durch Krystallisieren aus Alkohol gereinigt. Vor den Analysen jedoch wurden beide Körper im Vakuumapparat über Schwefelsäure bei 50° C. bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

### α-Hippokoprosterin.

| | | Gefunden | | Berechnet für | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | $C_{27}H_{54}O$ | $C_{27}H_{52}O$ |
| 1) 0·1888 gr Subst. | 0·5711 gr $CO_2$ | C — 82·49% | 82·41% | 82·23% | 82·65% |
| | 0·2264 gr $H_2O$ | H — 13·32% | 13·46% | 13·70% | 13·26% |
| 2) 0·2376 gr Subst. | 0·7180 gr $CO_2$ | | | | |
| | 0·2880 gr $H_2O$. | | | | |

### β-Hippokoprosterin.

| | | Gefunden | | Berechnet für | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | $C_{27}H_{52}O$ | $C_{27}H_{50}O$ |
| 1) 0·2056 gr Subst. | 0·6219 gr $CO_2$ | C — 82·48% | 82·69% | 82·65% | 83·07% |
| | 0·2395 gr $H_2O$ | H — 12·94% | 13·17% | 13·26% | 12·82% |
| 2) 0·2108 gr Subst. | 0·6392 gr $CO_2$ | | | | |
| | 0·2499 gr $H_2O$. | | | | |

Wenn auf Grund der wenigen Elementaranalysen der beiden Hippokoprosterine die empirischen Formeln dieser hochmolekularen Verbindungen selbstverständlich über allen Zweifel sich nicht feststellen lassen, so läßt sich doch damit die Annahme von Bondzyński und Humnicki, daß die Reduktion des Cholesterins im Darm des Pflanzenfressers weiter verläuft als im Darm des Menschen, mit Bestimmtheit bestätigen. Wie die genannten Autoren ihr Hippokoprosterin, so fand ich das α- und β-Hippokoprosterin bedeutend wasserstoffreicher als das Koprosterin. Wenn das Cholesterin der tierischen Galle die Muttersubstanz dieser Verbindungen war, so entstand das β-Hippokoprosterin durch Anlagerung an dasselbe von mindestens

sechs, vielleicht aber von acht Wasserstoffatomen; die $\alpha$-Verbindung welche offenbar reicher an Wasserstoff war als die erstgenannte — durch Addition von acht oder sogar zehn Wasserstoffatomen.

Lwów (Lemberg). Hygienisches Institut von Bondzyński.

---

5. M. JOSEPH SIEMIRADZKI. **Monografia warstw paleozoicznych Podola** ***(Monographie paléontologique des couches paléozoïques de la Podolie).*** Mémoire présenté par M. F. Kreutz m. t.

Malgré le nombre considérable de publications de différents auteurs, qui depuis plus de 80 ans se sont occupés des dépôts siluriens et dévoniens de la Podolie, notre connaissance de ces dépôts est restée bien imparfaite, la plupart des auteurs se bornant à des descriptions purement stratigraphiques, sans essayer de comparer la richissime faune de ces dépôts à celle des dépôts analogues dans d'autres contrées de l'Europe. Ce n'est que tout récemment, que Mr. Véniukoff a publié (en 1899) une monographie des couches siluriennes de la Podolie Russe, qui, loin d'épuiser le problème, est venue signaler à la science plusieurs faits paléontologiques d'une importance remarquable, qui malheureusement n'ont pas été appréciés justement par l'auteur lui-même. Mr. Véniukoff a signalé pour la première fois la présence de plusieurs espèces purement dévoniennes, comme *Streptorhynchus umbraculum*, *Strophomena interstrialis*, *Rhynchonella pseudolivonica* etc. dans les assises siluriennes de la Podolie Russe. Il n'a pu pourtant déchiffrer les lignes fondamentales de la stratigraphie podolienne, vu l'étroitesse des limites du territoire exploré.

Pour la Podolie Autrichienne, qui contient la grande majorité des dépôts paléozoïques de cette région, on persiste toujours à répéter sans contrôle les divisions du silurien, adoptées dans les cartes géologiques détaillées de MM. Alth, Bieniasz, Teisseyre etc. fondées uniquement sur une petite notice de Mr. Szajnocha (sur la division stratigraphique des assises siluriennes de la Podolie), notice, qui malheureusement n'est pas corroborée par des observations paléontologiques suffisantes, et ne correspond nullement au véritable état des choses.

D'après l'opinion de Mr. Szajnocha, les assises dévoniennes de la

Podolie entière seraient limitées au vieux grès rouge dans la partie occidentale du terrain, surmonté çà et là par quelques lambeaux de calcaires à *Amphipora ramosa,* le reste devant appartenir exclusivement au silurien supérieur, dont la partie la plus ancienne, limitée, selon Mr. Szajnocha, à la frontière russe le long du Zbrucz, ne dépasserait pas l'âge d'*Aymestry limestone.* Les couches successives seraient superposées, d'après l'opinion de Mr. Szajnocha, de telle manière, que les plus anciennes seraient limitées à la partie orientale du terrain (la Podolie Russe), les zones successives devant former des bandes méridionales, dont l'âge s'accroîtrait vers l'Ouest, de sorte que le calcaire corallien de la vallée du Zbrucz étant la partie la plus ancienne (couches de „Skała") serait recouvert successivement par les schistes à Brachiopodes de la vallée de Niczława (assises de „Borszczów") puis par les schistes et les calcaires à Orthoceras et à Bivalves de la vallée du Sereth (couches de „Czortków") et enfin par les couches de transition au vieux grès rouge (couches d'„Iwanie").

A l'appui de la classification ci-dessus mentionnée et généralement adoptée jusqu'à nos jours, ni Mr. Szajnocha, ni les géologues qui ont adopté cette classification sans contrôle personnel, n'ont donné aucune observation décisive, aucun profil convainquant, pas de faits paléontologiques non plus. Et pourtant personne n'a pu constater la superposition directe des zones mentionnées, mais seulement l'existence de transitions horizontales, qui peuvent être aussi bien expliquées par un changement de facies, que par une superposition de couches.

Les doutes qui ont surgi dans mon esprit sur l'exactitude des divisions stratigraphiques de Mr. Szajnocha, doutes appuyés sur la découverte d'espèces dévoniennes dans la Podolie Russe, m'ont conduits à une étude détaillée de la faune fossile des couches paléozoïques de la Podolie toute entière, faune richissime qui a été généreusement mise à ma disposition par l'Académie des sciences de Cracovie (collections Alth, Bieniasz, Olszewski) et par le musée du comte Dzieduszycki à Léopol (collections Łomnicki, Andrzejowski et autres) en tout un matériel de plus de 10.000 échantillons choisis, provenant de plus de 100 localités différentes.

Les doutes, que j'éprouvais avant le commencement de mon étude, se sont considérablement accrus après sa conclusion, étant donné le fait qu'un nombre considérable d'espèces dévoniennes a été trouvé

sur toute l'étendue du plateau podolien, tandis que d'autre part des espèces de Wenlock inférieur ont été trouvées dans beaucoup de points qui ne devraient contenir que des assises de passage au dévonien, d'après la classification précédente.

Une excursion spéciale dans la région paléozoïque de la Podolie, durant laquelle j'ai pu étudier personnellement les excellents profils de Skała, de Borszczów, de Czortków et de Zaleszczyki, et recueillir en place les fossiles caractéristiques des diverses couches superposées, a définitivement confirmé tous mes doutes et démontré le manque absolu de faits quelconques, qui pourraient justifier les opinions stratigraphiques jusqu'ici généralement adoptées

Voici un court résumé des résultats de mes études:

Le plateau Podolien est insensiblement incliné vers Nord-Ouest, et coupé dans la même direction par quelques plissements longitudinaux à peine marqués. La position des couches est presque tout à fait horizontale, les différences de niveau des zones paléontologiques bien déterminées ne dépassant pas 50 mètres à des distances considérables.

Les vallées du Dnièstr et de ses affluents ont découpé ce plateau horizontal par des profonds cañons qui atteignent les couches siluriennes les plus anciennes dans leurs cours inférieurs au Sud et à l'Est du plateau.

Les dépôts les plus anciens, qui ne contiennent point de fossiles, mais qui passent graduellement en dépôts siluriens supérieurs, sont limités à la vallée du Dnièstr en aval de Studénica et Ladawa en Podolie Russe. Ce sont des arkoses bigarrées et des schistes violets à concrétions de phosphorites, dont l'âge est indéterminable à cause du manque absolu de fossiles.

En amont de Studénica nous rencontrons partout une série des couches excessivement uniformes: des schistes gris intercalés de calcaires plus ou moins bitumineux, qui recouvrent le plateau paléozoïque presque entier, mais qui contiennent malgré leur uniformité pétrographique une faune très variée, appartenant aux différents niveaux du silurien supérieur et du dévonien inférieur jusqu'à la base de la zone à Calceola.

Malgré la variabilité des facies, la série tout entière n'est nulle part interrompue par des transgressions quelconques, et on trouve dans les hautes parois des cañons Podoliens aussi bien à l'Est, à Studénica et à Kamieniec, qu'au Nord, à Skała, au Sud

(Filipkowce, Dźwinogród) et à l'Ouest (Borszczów, etc.) la série de Wenlock et de Ludlow tout entier recouverte par des assises apparemment identiques, mais contenant partout une faune très caractéristique du dévonien inférieur avec nombre d'espèces des étages $F(1)$ et $F(2)$ de la Bohême, tandis que toute la série silurienne peut être comparée uniquement aux dépôts siluriens de l'Angleterre et de l'île de Gothland.

La superposition des couches paléozoïques est donc tout à fait différente de celle qu'avait adoptée Mr. Szajnocha. Il suffit de constater, que dans le profil de Skała sur le Zbrucz, qui ne devrait contenir que des espèces d' *Aymestry limestone,* j'ai pu constater la présence de *Rastrites Linnaei,* à la base, et de *Streptorhynchus umbraculum* et de *Stringocephalus bohemicus* au sommet du profil ininterrompu. De même à Borszczów, dans une facies schisteuse à Brachiopodes, la base contient uniquement des espèces de *Wenlock shales* (*Orthis hybrida, Rhynchonella aff. borealis,* etc.), puis viennent successivement les espèces caractéristiques de *lower Ludlow,* d'*Aymestry limestone,* d'*upper Ludlow,* des *passage beds,* et au sommet de nouveau *Streptorhynchus umbraculum* et *Strophomena interstrialis.*

Sur le point situé à la limite occidentale du silurien, à Zaleszczyki et à Iwanie, le niveau du Dnièstr s'élevant au-dessus du niveau supérieur des assises siluriennes de la Podolie, on voit nettement la limite du silurien et du vieux grès rouge: les assises inférieures appartiennent encore, contrairement à l'opinion régnante, à *lower Ludlow.* Il est excessivement instructif d'étudier le profil des environs de Zaleszczyki, où l'on peut observer directement le changement horizontal du vieux grès rouge en schistes gris à intercalations calcaires, qui remplacent d'ici à l'Est le grès rouge au-dessus des couches siluriennes de l'âge de *Ludlow supérieur* et des *passage beds.* Dans la région du Zbrucz supérieur et de ses affluents (Kozina, Uwisła, Celejow), nous trouvons dans le niveau dévonien des bancs de polypiers (*Amplexus eurycalyx, Michelinia geometrica, Heliolites porosa* etc.) du dévonien inférieur, qui relient les couches paléozoïques de la Podolie avec celles de la Pologne et celles, peu étudiées encore, de la Volhynie.

Les divisions stratigraphiques que je propose comme étant basées sur des faits paléontologiques sont suivantes:

1) Arkoses vertes et bigarrées sans fossiles — sur le Dnièstr inférieur, en aval de Kalusik.

2) Schistes violets et verts à phosphorites sans fossiles sur le Dnièstr, en aval de Studénica.

3) Schistes gris et calcaires à faune de *Wenlock inférieur* (étages *b*—*c* de Gothland, d'après Lindström). On trouve cet étage à la base des rochers siluriens dans la vallée du Dnièstr depuis Studénica jusqu'en aval de l'embouchure de la Niczława, ainsi que dans les vallées du Zbrucz et de la Niczława. Les espèces caractéristiques de ce niveau sont:

*Rastrites Linnaei* Barr. (Skała), *Bilobites biloba* L. (Dźwinogród, Kitajgorod, Studénica), *Leptaena transversalis* Wahlb., *Strophomena antiquata* Sw., *Orthoceras cfr. longulum* Barr., *Endoceras sp.* ind., *Platyceras cornutum* His., *Horiostoma heliciforme* Wien., *Lingula Lewisi* Sw., *Trimerella sp.* ind., *Orthis hybrida* Sw., *O. rustica* Sw., *O. elegantula* Dalm., *Strophomena rhomboidalis* Wilk., *Spirifer elevatus* Dalm., *Sp. crispus* L., *Cyrtia exporrecta* Wahlb., *Pentamerus galeatus* Dalm., *P. linguifer* Sw., *Rhynchonella delicata* Wien., *Atrypa reticularis* L., *A. imbricata* Sw., *A. marginalis* Dalm., *A. cordata* Lindstr., *A. Barrandei* Dav., *Gruenewaldtia prunum* Dalm., *Glassia compressa* Sw., *Whitefeldia tumida* Dalm., *Hallia mitrata* E. H., *Favosites gothlandica* L., *F. Forbesi* E. H., *Halysites catenularia* L., *Heliolites interstinctus* L.

4) Calcaires coralliens inférieurs (vallées du Dnièstr et de ses affluents: Muksza, Smotrycz, Żwaniec, Zbrucz). Ces calcaires sont remplacés vers l'Ouest par des schistes gris à Brachiopodes (Borszczów, etc.). Leur faune comprend les espèces suivantes:

*Calymene tuberculata* Brünn., *Dalmannia caudata* Emr., *Phacops Downingiae* Murch., *Illaenus Bouchardi* Barr., *Proëtus podolicus* Alth., *Pr. concinnus*, *Orthoceras cochleatum* Qu., *Orth. Hisingeri* Boll., *Euomphalus Orinini* Wien., *Platyceras cornutum* His., *Subulites cf. ventricosa* Hall., *Horiostoma discors* Sw., *H. rugosum* Sw., *H. globosum* Schlth., *H. sculptum* Sw., *H. simplex* Wien., *Pleurotomaria labrosa* Hall., *Lucina prisca* His., *Pterinea retroflexa* His., *Orthis hybrida* Sw., *O. rustica* Sw., *O. elegantula* Dalm., *O. canaliculata* Lind., *O. crassa* Lind., *Strophomena rhomboidalis* Wilk., *Str. funiculata* Mac Coy., *Str. podolica* ns, *Leptaena transversalis* Wahlb, *Chonetes striatella* Dalm., *Spirifer Schmidti* Lindstr., *Sp. elevatus* Dalm., *Sp. crispus* Dalm. L., *Cyrtia exporrecta* Wahlb., *Pentamerus galeatus* Dalm., *P.*

*linguifer* Sw., *Rhynchonella nucula* Sw., *Rh. cuneata* Dalm., *Rh. bidentata* His., *Rh. Wilssoni* Sw., *Rh. borealiformis* Szajn., *Atrypa reticularis* L., *A. marginalis* Dalm., *Gruenewaldtia prunum* Dalm., *Meristina didyma* Dalm., *Whitefeldia tumida* Dalm., *Hallia mitrata* E. H., *Ptychophyllum truncatum* E. J. H., *Rhizophyllum gothlandicum* Röm., *Cyathophyllum articulatum* Wahlb., *C. angustum* Lonsd., *Omphyma turbinata* L., *O. subturbinata* Orb., *Favosites gothlandicus* L., *F. Forbesi* E. H., *F. Hisingeri* E. H., *F. aspera* Orb., *F. Bowerbanki* E. H., *Pachypora Lonsdalei* E. H., *P. lamellicornis* Lind., *Coenites linearis* E. H., *C. intertextus* Eichw., *C. juniperinus* Eichw., *Alveolites Labechei* Linsd., *Monticulipora pulchella* E. H., *M. Fletscheri* E. H., *M. papillata* E. H., *Heliolites decipiens* Mac. Coy., *H. interstinctus* L., *H. megastoma* Mac Coy., *Stromatopora typica* Rosen., *Coenostroma discoideum* Lonsd., *Labechia conferta* E. H., *Actinostroma astroites* Rosen., *Crotalocrinus rugosus* Mill., *Phacites gothlandicus* Wahlb.

Cette faune correspond à celle de l'étage *d* de l'île de Gothland et de *Wenlock limestone* de l'Angleterre. Dans le facies à Brachiopodes cet étage finit par un banc composé uniquement des coquilles de *Rhynchonella borealiformis* Szajn.

5) Calcaires bitumineux à Crinoïdes (marbres de Kamieniec), contenant entre autres: *Eurypterus Fischeri*, *Gomphoceras pyriforme*, *Glassia obovata*. Dans le facies occidental à Brachiopodes cet étage est représenté par une mince couche, remplie de *Trilobites* et située immédiatement au-dessus du banc à *Rhynchonella borealiformis*. A Zaleszczyki cet étage est composé de schistes olivâtres à *Pterygotus* à la base de l'affleurement. Le fossile le plus répandu et le plus caractéristique de ce banc est *Leperditia tyraica* qui forme souvent des bancs entiers. La faune de cet étage contient:

*Pteraspis podolicus* Alth, *Orthoceras Ludense* Sw., *O. excentricum* Sw., *O. Hisingeri* Boll., *O. virgatum* Sw., *Gomphoceras ellipticum* Mac Coy., *G. pyriforme* Sw., *Horiostoma discors* Sw., *H. globosum* Schlth., *Pleurotomia Lloydi* Sw., *Loxonema sinuosum* Sw., *Tentaculites ornatus* Sw., *T. annulatus* Schlth., *Pterinea retroflexa* His., *Grammysia complanata* Sw., *Orthonota solenoides* Sw., *Ptychodesma Nilssoni* His., *Orthis lunata* Sw., *Spirifer plicatellus* L., *Rhynchonella borealiformis* Szajn., *Rh. subfamula* Wien., *Monticulipora pulchella* E. H., *M. Fletscheri* E. H., *Calymene tuberculata* Brünn., *Phacops caudatus* Emmr., *Ph. Downingiae* Murch., *Proëtus concinnus* Dalm., *Pr. podolicus* Alth., *Pr. Dzieduszyckianus* Alth, *Cyphaspis rugulosus* Alth, *Leperditia tyraica* Schmidt.,

*Pterygotus sp.* ind., *Stylonurus sp.*, *Encrinurus punctatus* Wahlb., *Eurypterus Fischeri* Schmidt.

La faune de cet étage correspond à l'étage *e* de l'île de Gothland et à celle de *lower Ludlow* de l'Angleterre.

6) Calcaires coralliens supérieurs (couches de Skała) dans la partie orientale du plateau, schistes gris à *Spirifer bragensis* dans le facies à Brachiopodes (schistes de Borszczów), schistes inférieurs à Beyrichia dans la vallée du Sereth (couches de Czortków):

*Leperditia tyraica* Schmidt., *Beyrichia Buchiana* Jones., *Beyr. podolica* Alth. *Beyr. Salteriana* Jones., *Primitia oblonga* Jones., *Prim. rectangularis* Alth, *Orthoceras Kendalense* Blake, *Cyrtoceras intermedium* Blake. *Horiostoma discors* Sw., *H. globosum* Schlth., *Cyclonema carinatum* Sw., *Pleurotomaria bicincta* Hall., *Pl. cirrhosa* Lind., *Murchisonia compressa* Lind., *M. Demidoffi* Vern., *M. podolica* Wien., *Bellerophon cf. uralicus* Vern, *Tentaculites ornatus* Sw.. *T. annulatus* Schlth., *Grammysia rotundata* Sw., *Lucina prisca* His.. *Pterinea retroflexa* His., *Orthis rustica* Sw., *O. elegantula* Dalm., *O. canaliculata* Lind., *O. crassa* Lind., *O. lunata* Sw., *Strophomena rhomboidalis* Wilk., *Chonetes striatella* Dalm., *Spirifer Schmidti* Lind., *Sp. elevatus* Dalm., *Sp. Bragensis* Wien., *Sp. crispus* L., *Pentamerus galeatus* Dalm., *P. podolicus* Wien., *P. Vogulicus* Vern., *Rhynchonella nucula* Sw., *Rh. Wilssoni* Sw., *Rh. Davidsoni* Mac Coy., *Rh. Satanowi*, Wien., *Rh. Dumanowi* Wien., *Rh. borealiformis* Szajn., *Atrypa reticularis* L., *Glassia obovata* Sw., *Meristina didyma* Dalm., *Hallia mitrata* E. H., *Cyathophyllum articulatum* Wahlb., *Acervularia ananas* L., *Actinocystis Grayi* E. H., *Favosites Forbesi* E. H., *F. Bowerbanki* E. H., *Alveolites Labechei* E. H., *Syringopora fasciculari* L., *S. bifurcata* L., *Thecia Swinderiana, Halysites catenularia* L., *Heliolites interstinctus* L., *Stromatopora typica* Rosen., *Coenostroma doscoidea* Lonsd, *Labechia conferta* E. H.

A Skała c'est à cet étage qu'appartiennent les beaux bancs calcaires composés presque exclusivement d'énormes polypiers de *Stromatopora typica* entourant des gros polypiers d'*Acervularia ananas* et de *Cyathophyllum articulatum*. La faune de cet étage correspond à *Aymestry limestone* et à l'étage *f* de l'île de Gothland.

7) Couches à Beyrichia et à Tentaculites (couches de Czortków).

Dans la partie orientale du terrain ce niveau est représenté par un mince banc de schistes gris-olivâtres avec interpositions de cal-

caires cristallins, qui contiennent d'abondantes coquilles de *Waldheimia podolica* et *Tentaculites ornatus* (ce banc paraît appartenir en partie à l'assise suivante). Dans la vallée de la Niczława (couches de Borszczów) l'étage 7 est représenté par un banc de calcaire compact contenant *Pterinea Danbyi,* directement superposé au banc à *Spirifères*. Vers l'Ouest l'étage 7 est représenté à Czortków et à Zaleszczyki par des schistes et des calcaires à *Orthoceras podolicum* et *Beyrichia Buchiana*.

Cet étage contient les fossiles suivants:

*Encrinurus punctatus* Wahlb., *Beyrichia inornata* Alth, *B. idonea* Wien., *B. Buchiana* Jones., *B. inclinata* Wien., *B. Reussi* Alth., *B. Bilczensis* Alth, *B. podolica* Alth, *B. Salteriana* Jones., *Entomis reniformis* Wien., *Primitia concinna* Jones., *Pr. oblonga* Jones., *Pr. muta* Jones., *Pr. plicata* Jones., *Aparchites ovatus* Jones.. *Orthoceras podolicum* Alth, *O. Roemeri* Alth, *O. Hagenowi* Boll., *O. grave* Barr., *O. annulatocostatum* Boll., *O. Kendalense* Blake, *Cyrtoceras aff. vivax* Barr., *C. sinon* Barr., *C. podolicum* n. sp., *C. anormale* Barr., *C. formidandum* Barr., *Trochoceras optatum* Barr., *Orthonota impressa* Sw., *O. oolithophila* Röm., *Grammysia cingulata* Mac Coy., *Gr. podolica* n. sp., *Gr. complanata* Sw., *Arca decipiens* Mac Coy., *Nucula lineata* Phill., *N. plicata* Phill., *Cucullella ovata* Phill., *Pterinea retroflexa* His., *Pt. Danbyi* Mac Coy., *Pter. lineata* Gf., *Tentaculites ornatus* Sw., *T. annulatus* Schlth., *Discina rugata* Sw., *Orthis elegantula* Dalm., *O. palliata* Barr., *Chonetes striatella* Dalm., *Spirifer elevatus* Dalm., *Sp. Bragensis* Wien., *Pentamerus galeatus* Dalm., *Atrypa reticularis* L., *Waldheimia podolica* n. sp, *Acanthocladia assimilis* Murch., *Cornulites serpularium* Schlth., *Spirorbis tenuis* Sw., *Hallia mitrata* E. H., *Entrochus asteriscus* Röm.

Cette faune correspond à l'étage *g* de Gothland et à *upper Ludlow* de l'Angleterre. Les espèces des Céphalopodes décrits par Barrande proviennent probablement en partie de l'étage suivant.

8) Couches de passage entre le silurien et le dévonien (couches d'Iwanie p. p.). Aux environs de Zaleszczyki et d'Uscieczko cet étage est nettement caractérisé par la couleur rouge ou verte des schistes et des grès schisteux qui le composent. Ces couches contiennent des nombreuses *Beyrichiae,* entre autres *B. Wilkensiana* qui ne descend pas plus bas, et des petits bivalves appartenant aux genres *Cucullella* et *Nucula*.

Plus à l'Est, les schistes rouges et verts changent d'aspect et

passent graduellement en schistes gris verdâtres avec des minces intercalations de calcaires cristallins, qui ne diffèrent nullement des schistes de l'étage précédent, mais contiennent une faune différente, surtout des nombreux échantillons de *Strophodonta Studenitzae* Wien.

L'étage 8 contient les espèces suivantes:

*Beyrichia Wilkensiana* Jones., *Primitia oblonga* Jones., *Isochilina erratica* Krause, *Nucula lineata* Phill., *N. plicata* Phill., *Cucullella tenuiarata* Sandb., *Leptodomus laevis* Sw., *Orlhoceras Berendti* Dewitz., *Platyceras disjunctum* Gieb., *Strophomena Studenitzae* Wien., *Streptorhynchus extensus* Gagel., *Retzia Haidingeri* Barr., *Waldheimia podolica* n. sp., *Rhynchonella ancillans* Barr., *Rh. Hebe* Barr., *Atrypa Thisbe* Barr., *Merista Hecate* Barr., *Orthis palliata* Barr., *Amplexus borussicus* Weissml.

L'étage 8 correspond aux *Passage beds* anglais et aux couches supérieures à *Beyrichia* de l'île Oesel.

9) Étage à *Pteraspis rostratus* Ag Les assises composant cet étage changent essentiellement d'aspect dans la direction de l'Ouest à l'Est.

A l'Ouest ce sont des grès rouges typiques (environs de Buczacz); aux environs de Zaleszczyki — des schistes d'un rouge foncé intercalés parmi les calcaires et les schistes gris-verdâtres; plus à l'Est — ce sont des intercalations de calcaires bitumineux dans des schistes verdâtres (Satanow sur le Zbrucz).

La faune de cet étage diffère de la précédente uniquement par la présence de nombreux restes de poissons du genre *Pteraspis.*

10) Au-dessus de l'étage à *Pteraspis* nous rencontrons à l'Ouest les assises supérieures du vieux grès rouge à *Coccosteus* et à *Glyptolaemus,* qui passent ainsi que l'étage précédent vers l'Est graduellement en schistes verdâtres à interpositions calcaires, qui contiennent jusqu'à Kamieniec et à Studénica des nombreuses espèces de l'étage *F 2* de Barrande.

Voici la liste complète des fossiles recueillis jusqu'ici dans ces couches supérieures, équivalentes à la partie supérieure du vieux grès rouge et aux couches Hercyniennes:

*Glyptolaemus Kinnairdi* Huxl., *Coccosteus* sp., *Pterygotus* sp. ind., *Anarcestes podolicus* n. sp., *Bellerophon aff. Hintzei* Frech., *Leptodomus laevis* Sw., *Edmondia podolica* n. sp., *Arca decipiens* Mac Coy., *Nucula lineata* Phill., *N. plicata* Phill., *Cucullella tenuiarata* Sandb., *Cucullella cultrata* Sandb., *Pterinea migrans* Barr., *Pterinea*

*ventricosa* Gf., *Pecten aff. densistria* Sandb., *Discina aff. praepostera* Barr., *Orthis germana* Barr., *Argiope podolica* n. sp., *Strophomena interstrialis* Phill., *Strophom. comitans* Barr., *Strophom. mimica* Barr., *Streptorhynchus umbraculum* Schlth., *Spirifer Thetidis* Barr., *Spirif. Nerei* Barr., *Sp. robustus* Barr., *Cyrtia multiplicata* Dav., *C. heteroclita* Defr., *Pentamerus Sieberi* Barr., *Pent. Sieberi* var. *rectifrons* Barr., *Pent. integer* Barr., *P. optatus* Barr., *Rhynchonella obsolescens* Barr., *Rh. nympha* Barr., *Rh. nympha* var. *pseudolivonica* Barr., *Atrypa reticularis* L., *A. aspera* Schlth., *A. Thetis* Barr., *A. linguata* Buch., *A. sublepida* Vern., *A. Arimaspus* Eichw., *A. semiorbis* Barr., *Stringocephalus bohemicus* Barr., *Retzia Haidingeri* Barr., *Mirista Calypso* Barr., *Meristella canaliculata* Wien., *Pseudohornera similis* Phill., *Amplexus eurycalyx* Weissml., *Michelinia geometrica* E. H., *Coenites podolica* n. sp., *Heliolites porosa*.

Il résulte de la comparaison des faunes ci-dessus mentionnées, qu'une invasion d'espèces du bassin Bohémien a eu lieu vers la fin de la période silurienne, tandis que la faune des couches inférieures aux *passage beds* correspond parfaitement à celle de Gothland (95 espèces communes) et à celle du silurien de l'Angleterre (98 espèces communes).

---

6. M. A. WRZOSEK. **Znaczenie dróg oddechowych, jako wrót zakażenia, w warunkach prawidłowych.** ***(Die Bedeutung des normalen Respirationsapparates als Eingangspforte für Mikroben in den Organismus).*** (*Sur l'importance des voies respiratoires normales, comme porte d'entrée de l'infection*). Mémoire présenté par M. T. Browicz m. t.

Zahlreiche, besonders in den letzten Zeiten vorgenommene Untersuchungen sprechen dafür, daß sich in den Geweben gesunder Tiere Mikroorganismen befinden können. Weitere, diesen Gegenstand betreffende Nachforschungen haben gezeigt, daß bei gesunden Tieren Mikroorganismen von dem Darmkanal aus in innere Organe übertreten können. Dieser Übertritt von Mikroorganismen in die inneren Organe gesunder Tiere wird am richtigsten mit der Benennung physiologische Infektion bezeichnet.

Eine von den Eingangspforten für „physiologische Infektion“ ist somit der Darmtraktus.

Nun drängt sich die Frage auf, ob noch andere Eingangspforten

für physiologische Infektion existieren, vor allem aber, welche Rolle in dieser Hinsicht der Lunge zukommt, zumal da sie von jeher als Eingangspforte für verschiedene Krankheitserreger betrachtet wurde. Hufeland nennt die Lunge „atria morborum". Pettenkofer war der Meinung, daß die meisten virulenten Mikroorganismen wahrscheinlich durch die Lunge ins Blut gelangen. Doch waren dies nur Vermutungen, die jeder festen Grundlage entbehrten.

Vor allem mußte die Frage gelöst werden, ob Mikroorganismen aus der Luft überhaupt in die Lunge gelangen können. Nun haben die Untersuchungen von Wysokowicz, Hildebrandt, Nenninger, Paul, Hartl u. Herrmann u. A. nachgewiesen, daß Mikroorganismen, besonders wenn sie sich in größerer Menge in der Luft befinden, gewiß mit dieser in die Luftwege, ja sogar in die Lungenalveolen gelangen können. Was das weitere Schicksal solcher in die Lunge geratenen Mikroorganismen betrifft, so gehen die Meinungen weit auseinander. Die Einen, wie Buchner[1]), Enderlen, Muskatblüth, Tschistowitsch und gewissermaßen auch Hildebrandt sind der Ansicht, daß virulente Mikroben aus der Lunge in das Blut übertreten und den ganzen Organismus infizieren können. Andere Forscher — und zu diesen gehören Morse, Laehr. Orloff, Fleck, Wysokowicz, Grammatschikoff und Snel — behaupten, daß Mikroben aus der Lunge ins Blut nicht übergehen, wenn auch einige von ihnen der Ansicht beistimmen, daß Mikroben aus Lungenalveolen in das Lungengewebe, ja sogar in Bronchialdrüsen eindringen können. Jedoch keiner von den genannten Forschern hat nachgewiesen, daß der Durchgang der Mikroben durch die Alveolenwände in die Bronchialdrüsen, in den Blutkreislauf und in die inneren Organe unter normalen Verhältnissen stattfinden kann, denn keiner von ihnen hat seine Experimente unter strenger Wahrung physiologischer Verhältnisse durchgeführt. Alle oben genannten Forscher — mit Ausnahme von Wysokowicz, welcher in einer gewissen Anzahl von Experimenten sich der Saprophyten bediente — führten den Tieren in die Lunge ausschließlich virulente Mikroben ein, einige überdies direkt in die Trachea (Muskatblüth, Hildebrandt, Wysokowicz, Tschistowitsch, Grammatschikoff, Snel), wodurch allzuoft mehr

[1]) H. Buchner. Untersuchungen über den Durchtritt von Infektionserregern durch die intakte Lungenoberfläche. Archiv f. Hyg. 1888. Bd. VIII.

oder weniger große Störungen in der Lunge hervorgerufen wurden. So wurde denn die Bedeutung der Lunge als Eingangspforte für physiologische Infektion von keinem der genannten Forscher mit wünschenswerter Gewißheit festgestellt.

Um festzustellen, ob in normalen Verhältnissen Mikroben aus der Lunge ins Blut und die inneren Organe übergehen können, muß während des Experiments alles vermieden werden, was irgend welche Störungen in der Lunge herbeiführen könnte. Diese Störungen vermeiden wir am besten, wenn wir folgenden Bedingungen genügen.

Erstens dürfen die Tiere nicht tracheotomiert werden, denn die Tracheotomie und die Einführung einer Kanüle in die Trachea sind Eingriffe, welche von Tieren, besonders von Kaninchen und Meerschweinchen sehr schlecht vertragen werden. In der Trachea und in der Kanüle sammelt sich gewöhnlich sehr viel Schleim an, die Tiere werden dyspoisch, in der Lunge kommt es zu Blutungen, Emphysen und ähnlichen Veränderungen, wie ich mich aus eigener Erfahrung überzeugen konnte. In solchen überaus anormalen Zuständen können freilich Mikroben aus der Lunge ins Blut gelangen und den ganzen Organismus infizieren. Gesetzt sogar, daß die genannten Störungen in der Lunge vermieden werden, so muß doch zugestanden werden, daß die Lunge der Tiere, die durch eine Trachealkanüle atmen, sich in keineswegs normalen Verhältnissen befindet, da die durch die Kanüle in die Lunge gelangende Luft eine niedrigere Temperatur hat als diejenige, welche die oberen Luftwege passiert und da erwärmt wird.

Zweitens dürfen die in Flüssigkeiten suspendierten Mikroben nicht direkt in die Trachea eingeführt werden. Manche Forscher nahmen zwar keine Tracheotomie vor, injizierten aber den Tieren in einer Flüssigkeit suspendierte Mikroben direkt in die Trachea entweder mittels eines Katheters oder einer Spritze, welche durch den Mund eingeführt wurden, — oder mittels Provaz'scher Spritze, deren Nadel sie von außenher durch die Haut und Muskeln in die Trachea einstachen (Muskatblüth). Dieses Einführen von mikrobenhaltigen Flüssigkeiten durch die Trachea ist für die Tiere keineswegs gleichgiltig, denn solche Eingriffe rufen, wie die Untersuchungen Grammatschikoff's zeigen, stets mehr oder weniger erhebliche Störungen in der Lunge hervor.

Drittens dürfen zu den Experimenten keinerlei virulente Mi-

kroben verwendet werden, welche in der Lunge Störungen hervorzurufen vermögen. Es sollten bei derartigen Experimenten überhaupt virulente Mikroben vermieden werden, da mit denselben auch Toxine hineingelangen können, welche sowohl das Lungenepithel wie auch das Lungengewebe schädigen können. Am zweckmäßigsten wird man daher den Tieren in die Lunge Saprophyten einführen.

Viertens dürfen die Tiere nicht allzulange die Luft einatmen, in welcher die Mikroben, sei es in trockenem oder feuchtem Zustande zerstäubt worden sind; denn indem wir die Tiere allzulange solche Luft einatmen lassen, führen wir denselben eine viel zu große Mikrobenmenge in die Lunge ein und entfernen uns somit weit von normalen Verhältnissen. In normalen Verhältnissen befinden sich in der Lunge entweder gar keine Mikroben, oder nur in sehr beschränkter Zahl. Das Einführen von übermäßigen Mikrobenmengen, also Fremdkörpern in die Lunge ist aber für die Tiere keineswegs gleichgiltig. Arnold[1]) hat festgestellt, daß bei Tieren, welche große Mengen von Ruß mit der Luft einatmen, Desquamation des Alveolenepithels erfolgte.

Fünftens sollen zur bakteriologischen Untersuchung Organstückchen von lebenden Tieren entnommen werden, um im Falle eines positiven Ergebnisses dem Einwande vorzubeugen, daß die Mikroben während der Agonie oder nach dem Tode des Tieres in die Lunge gelangt sind.

Unter Berücksichtigung der ewähnten Bedingungen nahm ich nunmehr die Experimente vor, um zu ermitteln, welche Rolle der Lunge bei der Entstehung der physiologischen Infektion zukommt. Zum Experiment bediente ich mich der Hunde, Kaninchen, Meerschweinchen und weißer Mäuse. Den Tieren wurde in die Lunge das b. kiliense und der bacillus fluorescens non liquef. sowohl in feuchtem wie in trockenem Zustande eingeführt. Im letzteren Falle wurden die Kulturen von Agar abgeschabt, im Mörser zu Pulver zerrieben und, nachdem es festgestellt wurde, daß sich im Pulver lebende Mikroben befanden, — dieselben den Tieren in die Lunge eingeführt.

Die Mikroben wurden auf zweierlei Weise den Tieren eingeführt. Ein Teil der Tiere wurde in einem zu diesem Zwecke bestimmten Glaskasten (von der Größe 21 cm × 28 cm × 38 cm)

[1]) Arnold. Über Staubinhalation und Staubmetastase. Leipzig 1885.

gesetzt, in welchem die Mikroben zerstäubt wurden. Die Tiere verweilten im Kasten jedesmal gewöhnlich nicht über 15 Minuten. Nachher wurden die Tiere mit Sublimat $^1/_{1000}$ sorgfältig abgewaschen. So verfuhr ich bei den Experimenten mit kleinen Tieren. Größere Tiere wurden nicht in den Kasten gesetzt, sondern es wurde der vordere Kopfteil des Tieres in die eigens dazu eingerichtete Kastenöffnung gesteckt. An einem anderen Teile der Tiere wurde die Tracheotomie ausgeführt und mittels einer Kanüle Mikroben direkt in die Trachea eingeführt, wobei dafür gesorgt wurde, daß die Wunde nicht infiziert werde. Damit verfolgte ich den Zweck, die Ergebnisse der unter physiologischen mit jenen unter anormalen Verhältnissen ausgeführten Experimente vergleichen zu können.

Nach ein- oder mehrmaligem Einführen der Mikroben in die Lunge, oder überhaupt in die Luftwege, wurden die Tiere mittels einer Chloroform-Äther-Alkoholmischung (zu gleichen Teilen) narkotisiert und dann unter strenger Aseptik Stückchen von den inneren Organen nach vorheriger Absengung ihrer Oberfläche entnommen — und in Bouillon übertragen. Die Größe der entnommenen Stückchen war je nach der Größe des Tieres verschieden, jedoch nie größer als $^1/_2$ cm³. Außerdem wurde Harn, Herzblut und Galle, von welchen mittels Pipette je $^1/_4$ cm³ bis einige cm³ entnommen wurden, auf Bouillon abgeimpft. Die Entnahme von Organstückchen und die Abimpfung auf Bouillon wurde im aseptischen Saale des Krakauer Instituts für allgemeine und experimentelle Pathologie, welcher ausschließlich für aseptische Operationen bestimmt ist, ausgeführt. Das Einführen der Mikroben in die Luftwege dagegen wurde in einem anderen, bedeutend von jenem entfernten Raume vorgenommen.

Um im Falle positiver Ergebnisse dem Einwurfe zu begegnen, daß die gewonnenen Kulturen von einer Verunreinigung durch Mikroben aus der Luft herrühren, wurden im aseptischen Saale während der Abimpfung Agarplatten ausgestellt. Die spätere Untersuchung zeigte, daß diese Platten weder Kolonien von b. kiliense, noch von b. fluorescens n. liq. enthielten. Es darf daher mit höchster Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß in der Luft des aseptischen Saales die genannten Mikroben nicht vorhanden waren. Da die in das Blut eingeführten Mikroben in den inneren Organen, besonders aber in der Leber, der Milz, der Niere und im Knochenmark, wie dies W y s o k o w i c z nachgewiesen hat, fixiert werden,

so richtete ich auf diese Organe mein Augenmerk in der Erwartung, daß, wenn Mikroben aus der Lunge ins Blut übergehen, sie zum größten Teile in diesen Organen zu finden sein werden. Die Nährböden, welche Stückchen jener Organe enthielten, wurden in Zimmertemperatur wenigstens eine Woche lang, oft auch länger gehalten. Sobald es sich zeigte, daß auf den Nährböden andere Mikroben erschienen, als die in die Luftwege eingeführten, so suchte ich diese zu bestimmen. Bei einem Teile der Experimente wurde auch die Lunge histologisch untersucht, um das Schicksal der eingeführten Mikroben daselbst festzustellen. Dieses Verfahren unterließ ich aber später, da angesichts der kleinen Mengen von Mikroben, die den Tieren unter fast normalen Verhältnissen in die Lunge eingeführt wurden, dieselben in den Schnitten kaum gefunden werden konnten. Es war auch nur meine Absicht festzustellen, ob Mikroben unter möglichst normalen Verhältnissen aus der Lunge in die inneren Organe übergehen können; die Untersuchung des Schicksals der Mikroben in der Lunge selbst lag nicht im Plane meiner Arbeit. Im ganzen habe ich fünf Reihen von Experimenten durchgeführt, zu denen ich 50 Tiere benutzte. In der ersten Reihe wurden den Tieren durch die Trachealkanüle Bouillonkulturen von Mikroben gewöhnlich nicht über $^3/_4$ $cm^3$ eingeführt. In der zweiten Reihe wurden den Tieren gleichfalls durch die Trachealkanüle gepulverte Mikroben, jedesmal je einige Kulturen aus schrägem Agar eingeführt. Die Tiere der dritten Reihe inhalierten in der Luft zerstäubte ein- oder mehrtägige Bouillonkulturen, und die Tiere der vierten Reihe atmeten getrocknete und pulverisierte Kulturen ein. Endlich die fünfte Experimentenreihe war der dritten analog und wich von dieser nur darin ab, daß hier nicht erwachsene, sondern kaum einige oder mehrere Tage alte Tierchen verwendet wurden. Zu den letzteren Experimenten wurde ich durch die Arbeit Ficker's[1]) angeregt, welcher 9 einige Tage alten Tieren das b. prodigiosum und kiliense in die Lunge einführte, und zwar so, daß die Tierchen diese Mikroben im Wasser suspendiert und zerstäubt teils auf natürlichem Wege, teils durch Trachealkanülen einatmeten. In allen 9 Fällen konnte Ficker die in die Lunge eingeführten Mikroben im Blute, in 3 Fällen auch in der Leber nachweisen. Die an 3 erwachsenen

[1]) Ficker. Über die Aufnahme von Bakterien durch den Respirationsapparat. Archiv f. Hyg. 1905. Bd. 53.

Kaninchen ausgeführten Kontrollexperimente zeigten, daß die Mikroben aus der Lunge weder ins Blut noch in die inneren Organe gelangten.

Meiner Ansicht nach entscheiden die Experimente Ficker's die Frage nicht endgiltig, ob Mikroben aus der Lunge einige Tage alter Tiere ins Blut und in die inneren Organe unter normalen Verhältnissen übergehen können. Bei Ficker's Experimenten atmeten nämlich die Tiere die in der Luft zerstäubten Mikroben durch eine ziemlich lange Zeit (1—2$^1/_2$ Stunden) ein, überdies wurde ein Teil der Tiere tracheotomiert. Ob diese Umstände nicht irgendwelche Störungen in der Lunge hervorgerufen haben, erwähnt Ficker ganz und gar nicht. Es bleibt somit unentschieden, ob die Mikroben ins Blut und in die inneren Organe aus der normalen oder aber nicht normalen Lunge gelangt sind.

Da ich nun die wenigen Experimente Ficker's für diese Frage nicht als entscheidend ansehen konnte, so entschloß ich mich, analoge Experimente und zwar unter möglichst normalen Verhältnissen auszuführen.

Da die ersten zwei Experimentenreihen von den drei letzten sich wesentlich unterscheiden, so möchte ich die beiden Gruppen getrennt besprechen.

In den nachfolgenden Tabellen werden die Ergebnisse der ersten zwei Experimentenreihen zusammengestellt.

(Siehe Tafeln Seite 39, 40).

Die Untersuchung der Lungen der Tiere der ersten und zweiten Experimentenreihe zeigte, daß bei dem größten Teile der Tiere mehr oder weniger bedeutende Störungen der Lunge eingetreten sind. Bei kleineren Tieren, wie Kaninchen und Meerschweinchen kann die Tracheotomie überdies durch Verstopfung der Trachea und Trachealkanüle durch Schleim schnellen Tod herbeiführen. Auf diese Weise kamen auch bei mir einige Tiere um.

Die erste Schlußfolgerung, welche ich aus den ersten zwei Reihen meiner Experimente ziehe, ist die, daß die Tiere, welchen ich Mikroben in die Lunge durch die Trachea einführte, sich in anormalem Zustande befanden.

Die zweite Schlußfolgerung ist, daß Saprophyten (b. kiliense, b. fluorescens n. liq.) in anormalen Verhältnissen aus der Lunge nicht

**Erste Reihe. Den Tieren wurden durch Trachealkanüle Bouillonkulturen eingeführt.**

| Versuchstier | Eingeführte Mikroben | Wievielmal eingeführt wurde | Menge der eingeführten Kulturen | Zeit vom ersten Einführen bis zur Verimpfung der Organe | Zeit vom letzten Einführen bis zur Verimpfung der Organe | Kulturen der eingeführten Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Kulturen anderer Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Steril waren folgende Organe geblieben | Zustand der Lunge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Hund 10. XII. 1903. | b. fluorescens non liquef. | 2 | $1^1/_2$ cm² | $23^1/_2$ St. | 17 St. | — | Mesenterialdrüse. Niere. Lunge. | Milz. Leber. Lunge. Blut. | Hepatisation des linken Unterlappens |
| 2. Hund 10. XII. 1903. | b. kiliense | 2 | $1^1/_2$ cm³ | 23 St. | 14 St. | Bronchialdrüse | Mesenterialdrüse. Lunge. | Milz. Leber. Niere. Blut. | Hepatisation des rechten Mittellappen |
| 3. Kaninchen 11. XII. 1903. | b. kiliense | 1 | $^1/_2$ cm³ | — | 15 St. | Lunge. Bronchialdrüse | — | Mesenterialdrüse. Milz. Leber. Niere. Blut. | kleine Blutextrasaten |
| 4. Kaninchen 12. XII. 1903. | b. fluoresc. non liquef. | 1 | 1 cm³ | — | 16 St. | Lunge. Milz | Mesenterialdrüse | Leber. Niere. Knochenmark. Blut. | Hepatisation beiderseitiger Unterlappen |
| 5. Meerschweinchen 12. XII. 1903. | b. fluoresc. non liquef. | 1 | $^1/_2$ cm³ | — | 16 St. | Lunge | — | Milz. Leber. Blut. Niere. Knochenmark | normal |
| 6. Meerschweinchen 15. XII. 1903. | b. kiliense | 1 | $^3/_4$ cm³ | — | 8 St. | Lunge. Milz. | — | Leber. Niere. Blut. Knochenmark. | starke Hyperämie |
| 7. Meerschweinchen 15. XII. 1903 | b. kiliense | 1 | $^3/_4$ cm³ | — | 8 St. | Lunge. Milz. Leber. | Knochenmark | Niere. Blut | starke Hyperämie |
| 8. Kaninchen 17. XII. 1903 | b. kiliense | 1 | $^1/_2$ cm³ | — | 7 St. | Lunge | Mesenterialdrüse. Lunge. Knochenmark | Milz. Leber. Niere. Bronchialdrüse. Blut | normal |
| 9. Meerschweinchen 17. XII. 1903. | b. fluoresc. non liquef. | 1 | $^1/_2$ cm² | — | $6^1/_2$ St. | Lunge | Blut | Milz. Leber. Niere. Knochenmark | normal |
| 10. Kaninchen 14. I. 1904 | b. kiliense | 1 | $^1/_4$ cm³ | — | 2 St. | Lunge. Bronchialdrüse | Mesenterialdrüse | Milz. Leber. Niere. Blut. Knochenmark | Hepatisationsherd im rechten Unterlappen |

**Zweite Reihe. Den Tieren wurden durch Trachealkanüle pulverisirte Kulturen eingeführt.**

| Versuchstier | Eingeführte Mikroben | Wieviel Mal eingeführt wurde | Zeit vom ersten Einführen zur Verimpfung der Organe | Zeit vom letzten Einführen zur Verimpfung der Organe | Kulturen der eingeführten Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Kulturen anderer Mikreben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Steril waren folgende Organe geblieben | Zustand der Lunge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kaninchen 23. I. 1904 | b. kiliense | 1 | — | 6 St. | Lunge | Bronchialdrüse | Mesenterialdrüsen. Milz. Niere Leber. Knochenmark Blut | Hepatisation des rechten Unterlappens |
| 2. Kaninchen 23. I. 1904. | b. kiliense | 1 | — | $6^1/_2$ St. | — | Lunge | Mesenterialdrüsen. Milz. Leber. Niere. Bronchialdrüse. Knochenmark. Blut | Hepatisation des rechten Mittellappens |
| 3. Kaninchen 9. II. 1904. | b. kiliense | 1 | — | $16^1/_2$ St | — | Lunge. Bronchialdrüse | Mesenterialdrüsen. Milz. Leber. Niere. Knochenmark. Blut | Hepatisationsherde in beiden Lungen |
| 4. Hund 9. II 1904. | b. kiliense | 2 | 23 St. | 17 St. | — | Mesenterialdrüsen. Leber. Lunge. Bronchialdrüse. Knochenmark | Milz. Niere Blut | normal |
| 5. Hund 20. II. 1904. | b. fluorescens non liquef. | 2 | 22 St. | $15^1/_2$ St | — | Leber. Niere. Lunge. Bronchialdrüse. Knochenmark | Mesenterialdrüsen Milz | kleine Extravasaten in beiden Lungen |
| 6. Kaninchen 20. II 1904. | b. fluoresc. non liquef. | 2 | $19^1/_2$ St. | $13^1/_2$ St. | Bronchialdrüse | Niere. Lunge. Knochenmark | Mesenterialdrüsen. Milz. Leber Blut | starkes Emphysem |
| 7. Meerschweinchen 26. II 1904. | b. kiliense b. fluoresc. non liquef. | 1 | — | 1 St. | Lunge | Niere | Milz. Leber. Blut. Knochenmark | Ödem |
| 8. Meerschweinchen 26. II. 1904. | b. kiliense b. fluoresc. non liquef. | 1 | — | 5 St. | — | Milz. Lunge. Bronchialdrüse | Leber. Niere. Blut. Knochenmark | normal |

nur in die Bronchialdrüsen, sondern auch in die Organe der Bauchhöhle übergehen können.

Ferner ergibt sich aus diesen Tabellen, daß in die Lunge eingeführte Mikroben daselbst rasch zu grunde gehen, wobei zu bemerken ist, daß ausgetrocknete, also geschwächte Mikroben viel eher zu grunde gehen als solche, die in feuchtem Zustande samt dem Nährboden eingeführt werden. Während die samt dem Nährboden (Bouillon) eingeführten Mikroben erst nach 17 Stunden zu grunde gingen, konnten die ausgetrockneten gewöhnlich nicht länger als 6 Stunden in der Lunge leben.

Was den Übertritt der Mikroben aus der Lunge in die inneren Organe unter normalen Verhältnissen betrifft, so kann dies schnell vor sich gehen, denn — wie die obigen Tabellen zeigen — gelangten die eingeführten Mikroben aus der Lunge in die Bronchialdrüsen schon binnen 2, in die Leber und Milz binnen 8 Stunden.

Außer denjenigen Mikroben, welche den Tieren in die Lunge eingeführt wurden, erhielt ich aus den inneren Organen und aus dem Herzblut noch andere Mikroben.

Im Allgemeinen wurden:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| aus den Mesenterialdrüsen . . . . | von 12 | Tieren | Kulturen | in | 6 | Fällen | gewonnen |
| aus der Milz . . . | „ 18 | „ | „ | „ | 4 | „ | „ |
| aus der Leber . . | „ 18 | „ | „ | „ | 3 | „ | „ |
| aus der Niere . . | „ 18 | „ | „ | „ | 4 | „ | „ |
| aus der Lunge . . | „ 18 | „ | „ | „ | 18 | „ | „ |
| aus den Bronchialdrüsen . . . . | „ 12 | „ | „ | „ | 9 | „ | „ |
| aus dem Knochenmark . . . . | „ 15 | „ | „ | „ | 5 | „ | „ |
| aus dem Blute . . | „ 17 | „ | „ | „ | 1 | „ | „ |
| aus dem Harn . . | „ 17 | „ | „ | „ | 1 | Fall | „ |
| aus der Galle . . | „ 18 | „ | „ | „ | 0 | „ | „ |

Im ganzen wurden Mikroben aus 51 Organen gewonnen; in drei Fällen erhielt ich aus der Lunge je zwei Mikrobenarten. In 18 Fällen erhielt ich Kulturen von Mikroben, die in die Lunge eingeführt worden waren und in 36 Fällen andere Mikroben und zwar 8 mal nicht virulente Kokken (sarcina gasoformans, diplococcus citreus liquefaciens, streptococcus granulatus, micrococcus aquatilis.

streptococcus mirabilis), 2 mal virulente Kokken (staphylococcus pyogenes albus, streptococcus septico-pyaemicus), 18 mal nicht virulente Bazillen (b. subtilis, b. lentiformis, b. subflavus, b. proteus Zopfii, b. subtyphosus, b. similisulcatus), 6 mal virulente Bazillen (b. coli commune, b. aquatilis albus, eine bisher nicht beschriebene Art), und 2 mal Bazillen, die ich auf ihre Virulenz hin nicht untersucht habe. Unter den aus den Organen gewonnenen Mikroben befanden sich nicht bloß Aëroben, sondern auch Anaëroben und zwar letztere in drei Fällen (zweimal in der Niere und einmal im Knochenmark).

Die Ergebnisse der drei letzten Experimentenreihen unterscheiden sich von den zwei ersten wesentlich — wie dies folgende Tabellen veranschaulichen.

(Siehe Tafeln Seite 43, 44, 45.)

In den drei letzten Experimentenreihen inhalierten die Tiere eine kurze Zeit hindurch zerstäubte Kulturen von b. kiliense. Auf diese Weise gelangte eine verhältnismäßig kleine Mikrobenmenge in die Lunge. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß die Lungen fast niemals Veränderungen zeigten. Ich glaube daher mit Recht annehmen zu können, daß die Bedingungen, in welchen die drei letzten Experimentenreihen ausgeführt wurden, den normalen möglichst genähert waren. Unter diesen Umständen geht das b. kiliense aus den Luftwegen in die inneren Organe nicht über.

Vergleicht man die obigen drei Tabellen miteinander, so bemerkt man, daß sogar aus den Lungen der Tiere, welche trockene pulverisierte Kulturen des b. kiliense einatmeten — mit Ausnahme eines einzigen Falles — keine Kulturen der genannten Mikroben gewonnen werden konnten. Dieser Umstand ist auf zwei Faktoren zurückzuführen. Erstens gelangt beim Einatmen von trockenen pulverisierten Kulturen nur eine äußerst geringe Mikrobenmenge in die Lunge, wie dies seiner Zeit von Wysokowicz[1]) nachgewiesen wurde. Zweitens gehen trockene, in die Lunge eingeführte Mikroben daselbst viel rascher zu grunde als Mikroben, welche in feuchtem Zustande eingeführt werden. So konnte ich auch in der vierten Versuchsreihe, wo die Tiere trockene Mikroben einatmeten, eine

[1]) Wysokowicz. Über den Durchgang der Mikroben durch die Lunge, 1889 (russisch).

**Drite Reihe. Die Tiere inhalierten zerstäubte Bouillonkulturen des b. kiliense.**

| Versuchstier | Zahl der Inhalationen | Dauer der sämtlichen Inhalationen | Zeit vom ersten Einführen bis zur Verimpfung der Organe | Zeit vom letzten Einführen bis zur Verimpfung der Organe | Kulturen der eingeführten Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Kulturen anderer Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Steril waren folgende Organe | Zustand der Lunge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kaninchen 6. V. 1904. | 2 | 30 Min. | $24^1/_2$ St. | 18 St. | — | Bronchialdrüsen | Mesenterialdrüsen. Blut. Milz. Leber. Niere. Knochenmark | normal |
| 6. Maus (weiß) 6. V. 1904. | 1 | 15 M. | — | 3 St. | Lunge | Milz. Knochenmark | Leber Niere Blut | normal |
| 3. Maus (weiß) 7. V. 1904. | 2 | 30 M. | 25 St. | $18^1/_2$ St. | — | Niere. Lunge. Knochenmark | Milz. Leber. Blut. | normal |
| 4. Kaninchen 17. V 1904. | 3 | 45 M. | 19 St. | $2^1/_2$ St. | Lunge | — | Mesenterialdrüsen. Milz. Leber. Niere. Knochenmark. Blut | normal |
| 5. Meerschweinchen 17. V. 1904 | 3 | 45 M. | 19 St. | $2^1/_2$ St. | Lunge | — | Milz. Leber. Niere. Bronchialdrüsen. Blut. Knochenmark | normal |
| 6 Meerschweinchen 17. V. 1904. | 4 | 60 M. | 40 St. | $1^1/_2$ St. | Lunge | — | Milz. Leber. Niere. Bronchialdrüsen. Blut. Knochenmark | normal |
| 7. Maus (weiß) 18. V. 1904) | 2 | 30 M. | 16 St. | 2 St. | Lunge | Niere | Milz Leber. Blut | normal |
| 8. Maus (weiß) 18. V. 1904. | 2 | 30 M | 16 St. | 2 St. | Lunge | Milz. Leber. Niere. | Blut | normal |
| 9. Meerschweinchen 20. V. 1904 | 5 | 75 M | 67 St. | 2 St. | Lunge | Bronchialdrüsen | Milz. Leber. Niere. Knochenmark. Blut | normal |
| 10. Meerschweinchen 20. V. 1904. | 3 | 45 M. | 43 St. | $1^1/_2$ St. | Lunge | Niere. Bronchialdrüsen | Milz. Leber. Blut Knochenmark | normal |

Vierte Reihe. Die Tiere atmeten trockene, pulverisierte Kulturen des b. kiliense.

| Versuchstier | Zahl der Inhalationen | Dauer der sämtlichen Inhalationen | Zeit vom ersten Einführen bis zur Verimpfung der Organe | Zeit vom letzten Einführen bis zur Verimpfung der Organe | Kulturen der eingeführten Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Kulturen anderer Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Steril waren folgende Organe | Zustand der Lunge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kaninchen 27. I. 1904. | 2 | 30 M. | 27 St. | $3^1/_2$ St. | — | Lunge (Schimmelpilz) | Mesenterialdrüse. Milz. Leber. Niere. Bronchialdrüsen. Knochenmark. Blut | normal |
| 2. Meerschweinchen 27. I. 1904. | 2 | 10 M. | 28 St. | $3^1/_2$ St. | — | Lunge (Schimmelpilz) | Milz. Leber. Niere. Knochenmark. Blut | normal |
| 3. Meerschweinchen 27. I. 1904. | 2 | 10 M. | 15 St. | 4 St. | — | — | Milz. Leber. Niere. Lunge. Knochenmark. Blut | normal |
| 4. Kaninchen 30. I. 1904. | 2 | 25 M. | 29 St. | 6 St. | — | Lunge (Schimmelpilz) | Mesenterialdrüsen. Milz. Leber. Niere. Bronchialdrüsen. Knochenmark. Blut | normal |
| 5. Kaninchen 5. V. 1904. | 1 | 30 M. | — | $2^1/_2$ St. | Lunge | — | Mesenterialdrüsen. Milz. Leber. Niere. Bronchialdrüsen. Knochenmark. Blut | normal |
| 6. Maus (weiß) 5. V. 1904. | 1 | 30 M. | — | $2^1/_2$ St. | — | Milz. | Leber. Niere. Lunge. Blut | normal |
| 7. Maus (weiß) 6. V. 1904. | 1 | 30 M. | — | 24 St. | — | Knochenmark | Milz. Leber. Niere. Lunge. Blut | normal |
| 8. Kaninchen 21. V. 1904. | 4 | 55 M. | 49 St. | $2^1/_2$ St | — | — | Mesenterialdr. Milz. Leber. Niere. Lunge. Bronchialdrüsen. Knochenmark. Blut | Blutextravasate |
| 9. Meerschweinchen 21. V. 1904. | 4 | 55 M. | 49 St. | $2^1/_2$ St | — | Niere. Lunge. Bronchilaldrüsen. | Milz. Leber. Blut. Knochenmark | normal |
| 10. Meerschweinchen 21. V. 1904. | 3 | 35 M. | 42 St. | 18 St. | — | Bronchialdrüsen | Milz Leber. Niere. Lunge. Knochenmark. Blut | Blutextravasate |

**FŁnfte Reihe. Einiger oder mehrere Tage alte Tiere inhalierten zerstäubte Bouillonkulturen des b. kiliense.**

| Versuchstier | Zahl der Inhalationen | Dauer der sämtlichen Inhalationen | Zeit vom ersten Einführen bis zur Verimpfung der Organe | Zeit vom letzten Einführen bis zur Verimpfung der Organe | Kulturen der eingeführten Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Kulturen anderer Mikroben wurden gewonnen aus folgenden Organen | Steril waren folgende Organe | Zustand der Lunge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Kaninchen 20. VII. 1905. | 2 | 30 M. | $5^1/_2$ St | $^1/_4$ St. | Lunge | Mesenterialdrüsen. Milz Lunge. Knochenmark | Leber. Niere Blut | normal |
| 2. Meerschweinchen 20. VII. 1905. | 2 | 30 M. | $5^1/_2$ St. | $^1/_4$ St. | Lunge | Milz. Leber. Blut | Mesenterialdrüsen Niere Knochenmark | normal |
| 3. Maus (weiß) 20. VII. 1905. | 2 | 30 M. | $5^1/_2$ St. | $^1/_4$ St. | Lunge | Milz. Niere | Leber. Blut | normal |
| 4. Maus (weiß) 20. VII. 1905. | 2 | 30 M. | $5^1/_2$ St | $^1/_4$ St. | — | Niere. Lunge. | Milz. Leber. Blut | normal |
| 5. Kaninchen 21. VII. 1905. | 3 | 60 M. | 29 St. | $6^1/_4$ St. | Lunge | Milz | Mesenterialdrüsen. Niere. Leber. Knochenmark Blut | normal |
| 6. Meerschweinchen 21. VII. 1905. | 3 | 60 M. | 29 St. | $6^1/_4$ St. | — | Lunge | Mensenterialdrüsen. Leber. Milz. Niere. Knochenmark. Blut. | normal |
| 7. Maus (weiß) 21. VII. 1905. | 3 | 60 M. | 29 St. | $6^1/_4$ St. | Lunge | — | Mesenterialdrüsen. Leber. Milz. Niere. Blut | normal |
| 8. Maus (weiß) 21. VII. 1905. | 3 | 60 M. | 29 St. | $6^1/_4$ St. | — | Lunge | Milz. Niere. Leber. Blut | normal |
| 9. Kaninchen 22. VII. 1905. | 4 | 75 M. | 48 St. | $1^1/_4$ St. | Lunge | Mesenterialdrüsen | Milz. Niere. Leber. Knochenmark. Blut | normal |
| 10. Meerschweinchen 22. VII. 1905. | 4 | 75 M. | 48 St. | $1^1/_4$ St. | Lunge | Mesenterialdrüsen | Milz. Leber. Niere. Knochenmark. Blut | normal |
| 11. Maus (weiß) 21 VII. 1905. | 3 | 60 M. | 48 St. | 1 St. | — | Niere | Milz. Leber. Lunge. Blut | normal |
| 12. Maus (weiß) 22. VII 1905. | 1 | 15 M. | — | $1^1/_4$ St | Lunge | — | Milz. Leber. Niere. Blut | normal |

Kultur des eingeführten Mikroben nur aus der Lunge desjenigen Tieres gewinnen, von dem Organstückchen am frühesten ($2^1/_2$ Stunden nach der letzten Inhalation) verimpft wurden.

Vergleicht man ferner die Resultate der I-ten Experimentenreihe, in welcher den Tieren in die Trachea Bouillonkulturen eingeführt wurden, mit den Resultaten der III-ten und V-ten Experimentenreihe, in welchen die Tiere zerstäubte Bouillonkulturen inhalierten, so bemerkt man, daß die in die Lungen eingeführten Mikroben in der I-ten Versuchsreihe noch nach 16 Stunden daselbst lebendig angetroffen wurden, während sie in der III-ten und V-ten zuweilen schon bedeutend früher zu grunde gingen. Dies ist leicht begreiflich, wenn man erwägt, daß in der I-ten Experimentenreihe große Mikrobenmengen samt der Bouillon in die Trachea eingeführt wurden, während in der III-ten und V-ten Experimentenreihe bedeutend geringere Mikrobenmengen in die Lungen der Tiere gelangen konnten, denn nur ein geringer Teil der mit der Luft eingeatmeten Mikroben gelangt, — wie dies die übereinstimmenden Untersuchungen von Hildebrandt[1]) und Paul[2]) festgestellt haben, — in die Lungenalveolen, der größte Teil dagegen wird in den oberen Luftwegen zurückgehalten.

Aus der letzten Experimentenreihe ergibt sich, daß die Lunge junger, etwa mehrere Tage alter Tiere sich von der Lunge ausgewachsener Tiere in der uns interessierenden Hinsicht durch nichts unterscheiden: auch bei diesen findet ein Übergang eingeatmeter Saprophyten aus der Lunge weder in das Blut noch in die inneren Organe statt.

Sowohl in den zwei ersten, wie auch in den drei letzten Experimentenreihen erhielt ich aus verschiedenen Organen Kulturen und zwar Kulturen von virulenten Mikroben und Saprophyten. Im Vergleich mit den von mir veröffentlichten Untersuchungen erhielt ich diesmal Kulturen aus einer viel kleineren Zahl von Organen, welcher Umstand ungünstigen Bedingungen zuzuschreiben ist, — wovon ich mich schon mehr als einmal überzeugen konnte. Die mit Organen geimpften Bouillonröhrchen hielt ich bei Zimmertemperatur, wodurch

[1]) Hildebrand. Experimentelle Untersuchungen über das Eindringen pathogener Mikroorganismen von den Luftwegen u. der Lunge aus. Zieglers Beiträge 1888. Bd. II.

[2]) Paul. Über die Bedingungen des Eindringens der Bakterien der Inspirationsluft in die Lungen. Zeitschr. f. Hygiene, 1902. Bd. 40.

das Wachstum mancher Mikrobenarten, welche nur bei höherer Temperatur gedeihen konnten, gehemmt wurde. Denn, sobald ich nach zehntägigem Verweilen der mit Organen geimpften Bouillonröhrchen bei Zimmertemperatur dieselben in den Thermostat (37°) setzte, kam es vor, daß schon nach mehreren Stunden auf bisher steril scheinenden Nährböden Kulturen sich entwickelten.

Trotz diesen ungünstigen Bedingungen gelang es mir in den drei letzten Experimentenreihen, also aus den Organen von normalen Tieren, in 37 Fällen Kulturen zu gewinnen, — abgesehen von jenen Fällen, in welchen ich aus den Lungen das b. kiliense züchtete.

Was die einzelnen Organe, Blut, Harn und Galle betrifft, erhielt ich Kulturen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| aus den Mesenterialdrüsen | von | 12 | Tieren | 3 | mal |
| aus der Milz . . . . . | „ | 32 | „ | 7 | „ |
| aus der Leber . . . . | „ | 32 | „ | 2 | „ |
| aus der Niere . . . . . | „ | 32 | „ | 8 | „ |
| aus der Lunge . . . . | „ | 32 | „ | 6 | „ |
| aus den Bronchialdrüsen . | „ | 11 | „ | 5 | „ |
| aus dem Knochenmark . | „ | 23 | „ | 5 | „ |
| aus dem Herzblut . . . | „ | 32 | „ | 1 | „ |
| aus dem Harn . . . . | „ | 19 | „ | 0 | „ |
| aus der Galle . . . . . | „ | 18 | „ | 0 | „ |

In 23 Fällen erhielt ich Kulturen von nicht virulenten Kokken (micrococcus aquatilus, micrococcus candidans, micrococcus aurantiacus, micrococcus citreus granulatus, staphylococcus albus non pyogenes), in 3 Fällen Kulturen von virulenten Kokken (Streptococcus mastitidis sporadicae, micrococcus salivarius septicus und eine bisher nicht beschriebene Orangefarbstoff bildende Streptokokkenart), in 8 Fällen nicht virulente Bazillen (b. Zopfii, b. compactus und nicht näher bestimmte Bazillen), in 3 Fällen virulente Bazillen (b. coli commune, b. septicus putidus und eine dem b. proteus Zenkeri nahe stehende Bazillenart).

In den drei letzten Experimentenreihen wurde auch der Magen- und Darminhalt eines Teiles der Tiere bakteriologisch untersucht, wobei kein einziges Mal eine Kultur des b. kiliense gewonnen wurde.

Aus den Ergebnissen aller fünf Experimentenreihen kann nun folgender Schluß gezogen werden:

Saprophyten (b. kiliense), welche mit der Luft in die Luftwege sowohl erwachsener wie junger Tiere gelangen, gehen unter normalen Verhältnissen von da aus weder ins Blut noch in die inneren Organe über. Dagegen können solche Mikroben (b. kiliense, b. fluorescens n. liq.) bei anormalen Verhältnissen, z. B. bei vorhandenen Lungenstörungen, aus der Lunge nicht nur in die Bronchialdrüsen, sondern auch in die Organe der Bauchhöhle übertreten.

(Aus dem Institut für allgemeine und experimentelle Pathologie der Jagiellonischen Universität in Krakau. — Direktor: Prof. Dr. K. v. Klecki).

---

7. M. PAUL ŁOZIŃSKI. **O budowie histologicznej serca u małży.** *(Über den histologischen Bau des Lamellibranchierherzens). (Sur la structure du coeur chez les Lamellibranches).* Mémoire présenté par M. C. Kostanecki m. t.

(Planche I.)

Der histologische Bau des Lamellibranchierherzens wurde zwar schon in manchen Details bearbeitet, trotzdem ist man zu übereinstimmenden Resultaten keineswegs gelangt. Es kommen hier außer den älteren Arbeiten von Leydig (14), Weissmann (25), und Dogiel (2), einige neue Untersuchungen von Grobben (8), Knoll (11), Bergh (1), Schneider (19)[1]) in Betracht. Endlich sind schon im Laufe meiner Untersuchungen Arbeiten von Marceau (17), Vigier und Vless (23) über die Struktur der Herzmuskelfasern der Lamellibranchier erschienen.

Angesichts unserer geringen Kenntnisse über diesen Gegenstand schien es mir wohl geraten, den histologischen Bau des Lamellibranchierherzens eingehender zu untersuchen, umsomehr als es bis jetzt unentschieden war, ob die Herzmuskeln glatt oder quergestreift sind.

---

Als Untersuchungsobjekt dienten mir zwei Süßwasserformen: Anodonta und Unio, sowie einige Seeformen: Ostrea edulis, Lima

[1]) Bei Bezeichnung der betreffenden Figuren hat sich ein Irrtum eingeschlichen, da die Fig. 464 auf Seite 553, die der Arbeit Grobben's (8) entlehnt wurde, nicht einen Schnitt durch das Herz von Anodonta mutabilis, sondern den Bulbus arteriosus von Venus verrucosa darstellt.

inflata, Venus verrucosa, Tapes decussatus. Pecten jacobaeus, P. varius, P. glaber[1]).

Die Untersuchung der Seeformen ergab Verhältnisse, welche denjenigen der Süßwasserformen sehr ähnlich sind, ich will deswegen in der folgenden Darstellung speziell die letzteren berücksichtigen, möchte aber von vorneherein betonen, daß die hier gewonnenen Ergebnisse auch für alle untersuchten Seeformen Geltung haben.

Die zur Untersuchung bestimmten Herzen wurden mittels der Injektionsmethode durch die Vorhöfe in Sublimatsalpetersäure oder Sublimatalkohol einige Stunden lang fixiert[2]), sodann nach Behandlung mit Alkohol von 70°/₀ an steigender Konzentration, Alkohol-Toluol *āā* und reinem Toluol in Paraffin eingebettet, in Schnitte von 5—10 $\mu$ Dicke zerlegt und zuletzt mit Eisenhämatoxylin oder Coerulein S.—Safranin gefärbt. Die Coeruleinmethode[3]) habe ich später dem Eisenhämatoxylin vorgezogen, da durch dasselbe die Struktur der kontraktilen Substanz in den Muskelzellen viel besser zur Darstellung gebracht wurde. Es wurde auch gelegentlich die Methode van Giesson's zur Darstellung des Bindegewebes angewandt.

Schließlich habe ich behufs Kontrolle der an gefärbten Objekten gewonnenen Resultate auch frisches Material in Blutflüssigkeit desselben Tieres untersucht.

Man kann im Herzen aller Lamellibranchier drei Schichten unterscheiden:

1) Das einschichtige Perikardialepithel;

2) Eine Bindegewebsschichte (Bergh's „Basalmembran") mit eingelagerten vereinzelten Muskelspindeln, die nach verschiedenen Richtungen hin parallel zum Perikardepithel verlaufen[4]);

[1]) Das Seematerial wurde von mir in der k. k. zoologischen Station zu Triest im April 1905 gesammelt.

[2]) Andere Fixierungsmittel, wie Sublimatessigsäure, Pikrinessigsäure, Carnoy's Gemisch, Perényi's Gemisch, Sublimatosmiumsäure ergaben weniger befriedigende Resultate.

[3]) Coerulein S. als Färbemittel für Muskelelemente wurde zuerst von Lenhossék (13) empfohlen und dann seine Anwendungsweise von Heidenhain (10) genau angegeben.

[4]) Diese Bindegewebsschicht samt den ihr eingelagerten vereinzelten Muskelfasern werde ich immer als „subperikardiale Bindegewebsschicht" bezeichnen.

3) Die eigentliche Herzmuskulatur, bestehend aus Muskelbündeln. welche sich nach allen Richtungen hin durchkreuzen.

Bei der Systole des Herzens nähern sich die Muskelbündel dermaßen einander, daß oft das Herzlumen an manchen Stellen gänzlich schwindet; während der Diastole dagegen gehen die Muskelbündel weit auseinander und rücken dabei an die oben erwähnte Bindegewebswand heran. Ein Herzendothel gibt es weder im Herzen, noch in den größeren Gefäßstämmen, was bereits Bergh (1) festgestellt hat. Dieser Befund gilt für fast alle Wirbellosen; die entsprechende Literatur findet sich bei Lang (12) zusammengestellt. Von neueren Arbeiten sind noch die von Gądzikiewicz (5, 6) (Malacostraca), Stecka (10) (Astacus) und Fernandez (3) (Tunicata) zu erwähnen.

Die äußere Wand des Enddarmes. der zumeist bei den Lamellibranchiern die Herzkammer duchbohrt, besteht aus einer Muskularis, die vom Herzlumen durch keine anderen Gewebselemente abgegrenzt ist [1])

Der histologische Bau der Herzvorhöfe ist dem der Herzkammer gleich, nur ist die Zahl der Muskelbündel in den Verhöfen etwas geringer.

---

Der histologische Bau der Herzmuskeln wurde von den Autoren recht verschieden aufgefaßt. Leydig (14) stellte bei Venus decussata einen Unterschied zwischen den Schließ- und den Herzmuskeln fest: die letzteren zeichnen sich nach ihm durch körnige Beschaffenheit in ihrem ganzen Verlaufe aus. Weissmann (25) bemerkt, daß in den Herzmuskelzellen der Anodonta — „die Enden ... nicht selten in mehrere kurze Spitzen ausfahren" und daß sich an den Spindeln „schmale, kurze Anhängsel" befinden. Weissman hat zum erstenmale in den Muskelzellen die Differenzierung in eine körnige „Achsenschicht", sowie eine strukturlose „Rindenschicht" beobachtet. Dogiel (2) will bei Anodonta, Pecten maximus, Helix und Aplysia in der Achsenschicht der Herzmuskelzellen, die er für „kontraktil" hält, eine Querstreifung gesehen haben. Knoll (11) hat gleichfalls bei vielen Lamellibranchiern im Herzmuskel eine Quer-

[1]) Im Enddarmepithel fand ich an Muzikarminpräparaten, die zu anderen Zwecken hergestellt worden waren, Schleimzellen, deren Anwesenheit im Enddarme der Lamellibranchier Schneider (19) leugnete.

streifung beschrieben. Nach ihm bedingen „feinere und gröbere, zwischen den Fäserchen eines Bündels in Längsreihen aufgereihte Körnchen ... eine Längs-, oft infolge einer regelmäßigen Stellung derselben auch eine von Dogiel am Herzen von Pecten maximus bereits bemerkte Art von Querstreifung der Faserbündel, was zuweilen an Goldpräparaten klar hervortritt“. An Stellen, wo in der Muskelspindel keine Körnchen zu sehen waren, konnte Knoll manchmal auch „Querlinien“ bemerken. Die Rindenschicht sollte oft die Achsenschicht der Muskelzellen nur halbmondförmig umgeben, ähnlich wie es Fol (4) vorher für die Bukalmuskeln von Dentalium festgestellt hat.

Schneider (19) faßt die Herzmuskeln von Anodonta als glatte Muskeln auf, die eine breite „Sarkachse“ sowie eine glattfibrilläre Rinde besitzen.

Während meiner Untersuchungen sind noch einige Arbeiten über diesen Gegenstand erschienen, deren Resultate von den meinigen in manchen Punkten abweichen.

Marceau (17) teilt mit, daß er unter anderen Molluskenarten auch im Herzen von Pecten und Ostrea auf Eisenhämatoxylinpräparaten Querstreifung gesehen hat. Die Herzmuskelfasern sollen durch Fortsätze miteinander in Verbindung stehen. Zugleich hat Marceau auch ein Herzendothel bei den untersuchten Arten beobachtet.

Vigier (22) untersuchte die Herzen von Anodonta anatina und Mytilus. In den Herzmuskelfasern von Anodonta, die sich an den Enden teilen, ist die körnige Sarkoplasmamasse von einem aus einer Reihe von Fibrillen bestehenden Zylinder umhüllt. Die Fibrillen sind bisweilen so zahlreich, daß sie eine fast kontinuierliche Schichte bilden. Es soll sich an ihnen auch eine Querstreifung beobachten lassen. Dieselben Befunde kommen nach Vigier auch bei Mytilus vor; — manchmal sieht man jedoch, daß die Fibrillen in einer in einzelne Muskelfasern nicht differenzierten Sarkoplasmamasse liegen. Nach Vigier & Vless (23) sind auch bei Nucula und Chiton die Herzmuskelfasern quergestreift. Die Querstreifung ist sehr einfach [II Typus der Evertebratenmuskel von Prenant (18)], es kommen aber daneben auch glatte Muskelfibrillen vor. Die Herzmuskelfasern von Chiton sollen im Vergleich mit denen von Nucula eine höhere Differenzierung aufweisen. Quergestreifte Herzmuskelfasern wurden zuletzt auch bei Nassa von

Mader (15) und bei den Cephalopoden von Marceau (16) beschrieben.

Nach meinen Beobachtungen haben die Muskelspindeln der Herzkammer und der Vorhöfe bei allen untersuchten Formen der Lamellibranchier die gleiche Struktur und haben die Gestalt von sehr langen Zylindern. Die Querschnitte dieser Zylinder sind gewöhnlich rund oder aber etwas abgeplattet, was sich durch einen gegenseitigen Druck der Fasern erklären läßt. Die Enden verzweigen sich mehrmals dichotomisch (Fig. 8 a und 8 b). Die Endverzweigungen findet man nur in der Nähe der subperikardialen Bindegewebsschicht, so daß ich geneigt bin, einen ununterbrochenen Verlauf der einzelnen Fasern durch das ganze Herzlumen hindurch anzunehmen. Die Endverzweigungen verlaufen etwas gebogen, dringen zwischen andere Muskelfasern ein und inserieren an der oben erwähnten subperikardialen Bindegewebsschicht. Außer den Endverzweigungen findet man an den Fasern, die in der subperikardialen Bindegewebsschicht einzeln verlaufen, auch Seitenfortsätze, die immer dem Perikardialepithel zugewendet sind (Fig. 5, w). Diese Fortsätze bilden eine Verbindung zwischen den Muskelfasern und den Perikardialepithelzellen, auf die ich noch später zu sprechen kommen werde.

Die Fasern allein bestehen aus drei Schichten. Die von den Autoren sogenannte „Achsenschicht“ bildet das körnige Sarkoplasma, in dem auch die Muskelkerne eingelagert liegen. Das Sarkoplasma füllt immer den Innenraum der Faser dicht aus, schrumpft aber oft nach der Fixierung etwas zusammen.

Die Zahl der einer Faser eingelagerten Muskelkerne läßt sich nicht genau bestimmen, da man auf Schnittpräparaten nie Längsschnitte der ganzen Muskelfaser, sondern immer nur kleinere oder größere Abschnitte derselben erhält. Oft kann man Faserstücke mit 2—3 Kernen sehen, und die volle Zahl der Kerne in einer ganzen Muskelfaser dürfte wohl 5—6 betragen. Die Kerne haben auf Längsschnitten der Fasern zumeist eine ovale Gestalt (Fig. 1, 3) und erhalten ein oder zwei deutliche Kernkörperchen. Wegen der geringen Menge des unregelmäßig in Körnchenform zerstreuten Chromatins sehen die Muskelkerne etwas blasser aus als die Kerne anderer, im Herzen sich befindender Gewebselemente.

Dem Sarkoplasma zunächst liegt eine dünne Schichte, die ich

als kontraktile Substanz auffassen muß und die sich mit Coerulein S. sehr deutlich schwarz färben läßt. Die kontraktile Substanz nimmt an Coeruleinpräparaten auf Querschnitten der Fasern die Gestalt von ununterbrochenen Kreisen an (Fig. 2 c), und auf Längsschnitten der Fasern sieht man beiderseits dem Sarkoplasma angelagerte, schwarze, gleichfalls ununterbrochene Linien (Fig. 1 c). Wenn man die beiden Bilder zusammenstellt, so ergibt sich, daß die kontraktile Substanz einen ununterbrochenen, hohlen Zylinder bildet. Der von der kontraktilen Substanz gebildete Zylinder weist an Querschnitten schwache Verdickungen auf, die als Querschnitte von längsverlaufenden Fasern zu deuten wären.

Dafür, daß diese Schichte eben als kontraktile Substanz der Herzmuskelfasern aufzufassen ist, spricht außer rein morphologischen Gründen auch ihr Verhalten bei der Coeruleinfärbung. Dieser Farbstoff färbt immer alle kontraktilen Strukturen der Muskeln deutlich schwarz, was schon von Lenhossék und Heidenhain bereits hervorgehoben wurde. Beide Autoren halten das Coerulein S. für ein — so zu sagen — spezifisches Reagens für die Darstellung fibrillärer Strukturen der kontraktilen Substanz, und zwar in gleichem Maße für glatte (Lenhossék) wie auch für quergestreifte Muskelfasern (Heidenhain). Es lassen sich mit dieser Methode alle feinsten, sichtbaren Strukturen der kontraktilen Substanz darstellen und deswegen glaube ich auch ein besonderes Gewicht auf die mittels dieser Methode erzielten Resultate legen zu müssen. Der Vorteil, welchen diese Methode im Gegensatze zum Eisenhämatoxylin bietet, besteht meines Erachtens darin, daß der Farbstoff sich den betreffenden Strukturen gegenüber gewissermaßen selektiv verhält und von demselben festgehalten wird. Dieses Selektionsvermögen kommt dem Eisenhämatoxylin nicht zu, da dasselbe nicht nur die verschiedensten Zellteile, insofern sie ein dichteres Gefüge aufweisen, gleich intensiv schwarz färben kann, sondern auch die Färbung von der Extraktionsdauer der Präparate in dem Eisensalze abhängt, was bereits das von Heidenhain (9) auf S. 163. angegebene Schema der Extraktionsstadien des Hämatoxylins an der Gebärmuttermuskulatur des Kaninchens klar illustriert.

Das eben beschriebene Bild des kontraktilen Zylinders, das an Coeruleinpräparaten erhalten wurde, erfährt nach der Betrachtung der Eisenhämatoxylinpräparate eine Erklärung.

An Eisenhämatoxylinpräparaten waren oft die Bilder der Herz-

muskelfasern denen der Coeruleinpräparate gleich. Ich muß jedoch bemerken, daß das Eisenhämatoxylin die Herzmuskelfasern der von mir untersuchten Tiere gewöhnlich sehr ungleichmäßig färbt und daß man je nach der Entfärbungsdauer recht verschiedene Bilder erhalten kann. Besonders an mit Eisenhämatoxylin gefärbten Fasern, die eine gewisse Kontraktion aufweisen, kommt eine Anordnung der kontraktilen Substanz in histologisch differenzierte Längsfibrillen zum Vorschein. Die Bilder der Längsfibrillen treten in etwas unregelmäßiger Form auf.

So habe ich an manchen Querschnitten der Fasern gesehen, daß nur ein Teil des Kreises, der die kontraktile Substanz vorstellt, gleichmäßig schwarz gefärbt, der Rest des Umfanges an der Oberfläche der Sarkoplasmamasse dagegen von einigen verschieden großen schwarzen Punkten eingenommen war. In anderen Fällen deuteten an Querschnitten die kontraktile Substanz mehrere, in ungleichen Abständen stehende, schwarze Punkte an. Ein ähnliches Bild sehen wir auf Fig. 13. In den in dieser Figur abgebildeten Fasern stellen wahrscheinlich die größeren schwarzen Striche ganze mit Eisenhämatoxylin schwarz gefärbte Fibrillenbündel vor, die sehr feinen Punkte, die hie und da sichtbar sind, sollen wohl einzelne Fibrillen andeuten. An Längsschnitten, an den nur die Oberfläche der Fasern abgetragen wurde, ließen sich vorzugsweise an etwas kontrahierten oder leicht geschrumpften Fasern an manchen Stellen einige Längsfibrillen beobachten. Ein solches Bild stellt uns eben Fig. 12 vor. Das deutliche Hervortreten dieser Struktur an den bis zu einem gewissen Grade kontrahierten Fasern und das etwas abweichende Bild der kontraktilen Substanz an sehr gut erhaltenen Coeruleinpräparaten läßt uns die von Heidenhain hervorgehobene Auffassung der strukturellen Verhältnisse in den glatten Muskelfasern richtig verstehen.

Nach den bisherigen Untersuchungen hat man einen unzweifelhaft fibrillären Bau für die quergestreiften Muskelfasern festgestellt. Für die glatten Muskelfasern nimmt Heidenhain (9) gleichfalls einen fibrillären Bau, jedoch gewissermaßen in hypothetischer Form an, und er äußert sich darüber folgendermaßen:

„Wir gehen also von der Annahme aus, daß auch in glatten Muskeln in letzter Linie die kontraktile Masse in Molekularfibrillen zerfällt, daß diese zu Bündeln verschiedener Ordnung gruppiert sind und daß bei einer gewissen Dicke der Bündel diese als hi-

stologische Fibrillen sichtbar werden können, sofern nämlich der effektive Zwischenraum zwischen je zwei Bündeln so groß ist, daß derselbe über die Schwelle der mikroskopischen Wahrnehmung emportritt. Mit dieser Auffasung steht zunächst in Einklang, daß gerade bei sehr guten Konservierungen, also z. B. in Präparaten vom Darmkanal, in denen die mitotischen Spindeln, die Chromosomen und ihre Spaltung, die Zentralkörper etc. in natürlichem Zustande erhalten sind, die Fibrillierung der Faserzellen nicht so deutlich hervortritt, während sie in Präparaten mit geringerer bis gröberer Schrumpfung plötzlich in aller Schärfe hervortreten. Dies deutet darauf hin, daß wir eigentlich eine faserige Molekularstruktur vor uns haben, die aber unter Einwirkung schrumpfender Mittel in entsprechende »histologische« Parallelfibrillen zerfällt".

Heidenhain nimmt an, daß die kontraktile Substanz der glatten Muskelfasern aus sogenannten Molekularfibrillen bestehen kann, die vermöge unserer technischen Untersuchungsmittel der Wahrnehmung nicht zugänglich sind und daß diese Molekularfibrillen erst nach Vereinigung in Bündel zum Vorschein kämen. In dem oben zitierten Satze Heidenhain's, der dem Referate über die Struktur des glatten Muskelgewebes entlehnt ist, sehe ich für meine Befunde eine Erklärung. Im Sinne der Auffassung Heidenhain's sind die von mir beschriebenen Herzmuskelfasern der Lamellibranchier anderen glatten Muskelfasern prinzipiell gleich gebaut und sonach besteht ihre kontraktile Substanz aus Molekularfibrillen (Inotagmenreihen) die während der Behandlung der Fasern mit Reagentien in verschieden dicke Bündel zusammentreten und dabei die histologisch differenzierten, sichtbaren Längsfibrillen bilden können.

Mehrere Forscher (Dogiel, Knoll, Marceau, Vigier, Vless) haben in den Herzmuskelfasern vieler Lamellibranchierarten auch eine Querstreifung beschrieben. Ich muß nach meinen eigenen Beobachtungen diese Befunde in Abrede stellen, da mir die schon oben besprochene Coeruleinmethode in dieser Richtung ganz abweichende Resultate lieferte. Dogiel hat wahrscheinlich die Körnelung der inneren Sarkoplasmaschicht als Querstreifung gedeutet und dasselbe dürfte wohl von den Abbildungen von Knoll gelten, die übrigens auf keinen guten Fixierungs- und Färbungszustand hinweisen [1]).

[1]) Es ist zu bedauern, daß Marceau, Vigier und Vless keine Abbildungen

Es ist ja bekannt, daß schon öfters in glatten Muskelfasern eine Querstreifung angegeben wurde, solche Bilder können manchmal durch eine Faltung der Muskelfaser oder durch eine „massenhafte, regelmäßige Aufeinanderfolge von Kontraktionsknoten“ entstehen, wie Heidenhain im dem zitierten Referate bemerkt.

Manchmal habe ich an Eisenhämatoxylinpräparaten auch solche Längsschnitte der Herzmuskelfasern gesehen, an denen die den kontraktilen Zylinder im optischen Längsschnitt bezeichnenden Linien, oft mehrmals unterbrochen erschienen, was dann das Bild einer sehr unregelmäßigen Querstreifung geben konnte. Die gefärbten und ungefärbten Partien lagen aber in so unregelmäßigen Abständen, die gefärbt bleibenden Stücke waren von so verschiedener Länge, daß ich diese Bilder nur als eine zufällige Erscheinung auffassen kann und nicht in eine Linie mit der an Eisenhämatoxylinpräparaten öfters zu beobachtenden Längsstreifung stellen kann, zumal da ich weder an frischen, noch auch an Goldpräparaten nach der Methode von Apathy eine Spur von Querstreifung entdecken konnte.

Diese Bilder mögen wohl darin ihre Erklärung finden, daß sich während der Fixierung die kontraktile Substanz unregelmäßig kontrahiert und die dadurch dichter gefügten Stellen infolgedessen das Eisenhämatoxylin stärker festhalten.

Den kontraktilen Zylinder bedeckt noch eine dritte, strukturlose Schichte (Fig. 1. 2 R), welche wohl eine dem Sarkolemm anderer Muskelarten analoge Bildung ist. Von manchen Autoren wurde der kontraktile Zylinder der Herzmuskelfasern übersehen, und es wird die zuletzt erwähnte Faserschichte als „Rindenschicht“ bezeichnet Diese Rindenschicht läßt sich unabhängig von dem kontraktilen Zylinder bei jeder Färbemethode leicht beobachten und nimmt vorwiegend saure Farbstoffe gierig auf.

Alle diese drei Schichten lassen sich sowohl in der Muskelfaser selbst als auch gleichfalls in den Endverzweigungen und Seitenfortsätzen derselben auffinden.

Ich glaube demnach, daß die Herzmuskelfasern der Lamelli-

ihrer Präparate ihren Mitteilungen beigefügt haben; deswegen fällt es schwer, ihre Resultate mit meinen Bildern näher zu vergleichen und die Gründe, welche sie zu einer derartigen Deutung ihrer Präparate veranlaßten, näher zu erörtern.

branchier dem glatten Muskelgewebe zuzurechnen sind (I Typus der Wirbellosenmuskulatur nach Prenant 18). Den Herzmuskelfasern der Lamellibranchier in ihrer Struktur sehr ähnliche Muskelfasern hat Grobben (8) im „bulbus arteriosus“ mehrerer Muschelarten beschrieben. Auch bei anderen Molluskengruppen sind solche Muskelfasern beobachtet worden und zwar in der Flossenmuskulatur der Pteropoden [Wackwitz (24)].

---

Alle Muskelfasern im Herzen der Lamellibranchier sind von einer feinen Bindegewebslage umsponnen. Das Bindegewebe vereinigt die Muskelfasern in Bündel und es kann auch zugleich zwischen die einzelnen Fasern eines Bündels eindringen, so daß diese sich nicht immer unmittelbar berühren (Fig. 2, 3). Das Bindegewebe stellt im allgemeinen einen faserigen Bau vor; die in der Grundsubstanz eingelagerten Fäserchen sind oft so fein, daß sie selbst bei Anwendung der stärksten Immersionssysteme nur schwer zu sehen sind. Es kommen im Bindegewebe stellenweise auch deutlichere Fasern zum Vorschein, die manchmal in ihrem Verlaufe viele körnchenartige Verdickungen aufweisen, und infolgedessen erhält dann das ganze Gewebe ein mehr körniges Aussehen. In der Grundmasse des Gewebes findet man oft vereinzelte Zellkerne, deren Zellleib jedoch gewöhnlich nicht zu sehen ist und die ich für Kerne der Bindegewebszellen halte (Fig. 2., 3., 6 n).

Zellen von verästelter Gestalt, über die Schneider (19) berichtet, habe ich im Herzen der untersuchten Tiere nicht auffinden können.

Außer den Bindegewebszellen, resp. Kernen, befinden sich immer im Bindegewebe Blutkörperchen (Fig. 3., 6 k) die hier zahlreich eindringen und sich oft zwischen einzelne Muskelfasern hineinpressen. Manche Blutkörperchen zeigen amoeboide Gestalt (Fig. 6 k).

Was wir über die Struktur des Bindegewebes im allgemeinen gesagt haben, gilt sowohl für dasjenige Gewebe, das die in Bündel vereinigten Muskelfasern im Inneren des Herzens umspinnt, als auch für diejenige Bindegewebsschicht, die dem Perikardepithel nach innen zu anliegt (subperikardiale Bindegewebsschicht, Fig. 6 B). Die Muskelfasern, welche in der zuletzt erwähnten Bindegewebsschicht verlaufen, haben auch eine eigene bindegewebige Hülle, die sich von dem angrenzenden Gewebe durch eine etwas kompaktere Beschaffenheit unterscheiden läßt.

Das Perikardialepithel, welches die Herzwand von außen bedeckt, besteht aus einer einzigen Lage von Zellen, deren Gestalt durchaus von dem Kontraktionszustande des Herzens abhängt. Alle Epithelzellen entsenden von ihrer Basis aus sehr deutliche Fortsätze, welche sich in der Bindegewebslage verästeln.

Wenn die Herzwand vollkommen ausgedehnt ist, erscheinen die Perikardialepithelzellen ganz plattgedrückt (Fig. 4, Ep). Wenn das Herz sich kontrahiert, nehmen die Perikardialepithelzellen an Höhe zu und die Zellkerne nehmen zugleich eine runde Gestalt an (Fig. 5, Ep). Bei stärkerer Kontraktion des Herzens werden die Epithelzellen immer höher (Fig. 6, Ep) und stellen schließlich ein hohes Zylinderepithel dar. Bei hochgradiger Kontraktion legt sich die Herzwand immer in Falten und eine solche ist im Querschnitt auf Fig. 7 abgebildet. Zwischen den einzelnen Zellen entstehen hiebei oft von der Außenseite her tiefe Spalten, so daß dann die Zellen nur an der basalen Hälfte aneinander halten (z. B. linksseits der Zelle k auf Fig. 7).

Die Epithelkerne wandern während der vollen Kontraktion des Herzens immer gegen die Zellbasis.

Die Gestalt und Größe der Fortsätze der Perikardialzellen ist nicht konstant und hängt von dem Kontraktionsgrade der Herzwand ab. Wenn die letztere ihre volle Ausdehnung erreicht hat, sind die Fortsätze der abgeplatteten Epithelzellen kaum sichtbar (Fig. 4), bei schwacher Kontraktion des Herzens dagegen treten sie deutlich hervor, wie es leicht an den Figuren 5 und 6 zu sehen ist. Bei fortschreitender Kontraktion nimmt die Größe der Epithelzellenfortsätze wieder ab und während des Stadiums der vollen Kontraktion (vgl. Fig. 7) sind die Zellfortsätze eigentlich nicht mehr zu sehen.

Bei aufmerksamer Betrachtung lassen sich die von den Enden der Fortsätze abgehenden verästelten Fäserchen von den feinen Bindegewebsfäserchen durch ihre Dicke unterscheiden. Ihrem Verlaufe nach können wir unter den epithelialen Fortsätzen zwei Gruppen unterscheiden: Die einen verästeln sich in der Bindegewebsschicht und bilden in derselben eine Art von unregelmäßigen Netzen (Fig. 5, *1*) wobei sie auch stellenweise untereinander anastomosieren, die anderen Fäden der Epithelzellfortsätze verbinden diese Zellen mit den Muskelfasern, welche in der subperikardialen Bindegewebsschicht verlaufen. Diese Verbindung kann auf zweifache Weise erfolgen: erstens können die Fäserchen an der Bindege-

webshülle der Muskelfasern inserieren (Fig. 5, 2), oder sie verbinden sich mit den Seitenfortsätzen der Muskelzellen (Fig. 5, w).

—

Bei den Pektiniden habe ich im viszeralen Perikardialepithel Schleimzellen gefunden, dagegen fehlen sie bei den anderen untersuchten Arten.

Die Schleimzellen im Pektinidenperikard sind etwas größer als die benachbarten Epithelzellen und haben zumeist eine unregelmäßige Gestalt (Fig. 9 Sz). Auf Eisenhämatoxylinpräparaten untersucht, weist das Zellplasma dieser Zellen einen wabigen Bau auf; ein schwachkörniges Protoplasma ist rings um den Zellkern gelagert, der immer an der dem Herzlumen zugewandten Zellwand liegt. An Meyer's-Muzikarmin oder Tolluidinpräparaten erscheinen diese Zellen ganz von Schleimkörnchen gefüllt.

Auch an Präparaten, die mit Thionin nach Hoyer sen. gefärbt wurden, traten in den Schleimzellen die mit Thionin typisch gefärbten Schleimkörnchen deutlich hervor.

Die Schleimzellen entsenden oft Fortsätze in die darunterliegende Bindegewebsschicht, die den Fortsätzen der anderen Perikardepithelzellen recht ähnlich sehen (Fig. 11).

Diese Schleimzellen haben mit den von Grobben (7) beschriebenen Perikardialdrüsen nichts gemeinsam und ihre Anwesenheit läßt sich nur bei der einzigen Gattung Pecten (P. jacobaeus, glaber, varius) feststellen. In der Literatur konnte ich über diese Zellen gar keine Angaben finden.

—

Schließlich will ich noch bemerken, daß die Ergebnisse meiner Untersuchungen der „Hämocoeltheorie“ Lang's (12) nicht widersprechen[1]), was jedoch die „Ergänzung“ derselben Theorie von Fernandez (3) betrifft, so kann ich mich mit den Anschauungen des Verfassers nicht einverstanden erklären.

[1]) Im letzten Jahre ist über die Hämocoeltheorie eine Arbeit von Vejdovský (21) erschienen, in welcher der Verfasser auf Grund seiner Beobachtungen an Anneliden von den Anschauungen Lang's in gewissen Punkten abweicht. Ich kann mich über die Anschauungen beider Autoren hier nicht näher verbreiten, da dies nur auf Grund von entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen über die Genese des Hämocoels möglich wäre. Letztere wären allerdings für die Mollusken sehr erwünscht.

Nach Fernandez sollen sich im Herzen aller Coelomaten zwei Teile unterscheiden lassen: 1) Das Endokard, ein primärer, innerer, „leitender Teil", der eine erweiterte Gefäßwand und sonach eine mesenchymatische Bildung vorstellt; 2) Das Myokard, daß sich erst dem Endokard als ein sekundärer, äußerer, „propulsatorischer Teil" zugesellen soll und das erst von der Coelomwand seinen Anfang nimmt.

Bei den Lamellibranchiern konnte ich im Innern des Herzens keine Bildung finden, die als eine der Gefäßwand entsprechende Bildung zu deuten wäre. An das Herzlumen dieser Tiere grenzen direkt Muskelbündel, die nur mit einer feinen, perimysiumartigen Bindegewebsschicht bedeckt sind; es gibt also bei den Lamellibranchiern kein eigentliches Endokard, das Fernandez, seine eigenen Befunde an Tunikaten generalisierend, im Herzen aller anderen Coelomaten anzunehmen geneigt ist.

Aus dem anatomischen Institute der Jagellonischen Universität in Krakau.

## Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren sind unter Benutzung des Abbe'schen Zeichenapparats von Zeiss entworfen.

Zeichenerklärung:

Ep — viszerales Perikardepithel.
B — subperikardiale Bindegewebsschicht.
S — Sarkoplasma.
C — Kontraktile Substanz.
R — Außenschicht der Muskelfasern, (Sarcolemm) Rindenschicht der Autoren.
w — Seitenfortsatz einer Muskelfaser.
n — Kerne der Bindegewebszellen.
K — Blutzellen.
Sz — Schleimzellen im Perikardepithel.
Andere Bezeichnungen im Text.

Fig. 1. Zwei Herzmuskelfasern von Anodonta im Längsschnitt, Sublimatalkohol, Coerulein-Safranin, Zeiss. Apochr. Imm. 2 mm Comp. Oc. 6.

Fig. 2. Querschnitt eines Herzmuskelbündels von Anodonta, Sublimatsalpetersäure, Coerulein-Safranin, Zeiss. Apochr. Imm. 2 mm Comp. Oc. 4.

Fig. 3. Längsschnitt eines Herzmuskelbündels von Anodonta, Sublimat-Salpetersäure, Delafield's Hämatoxylin, Pikrinsäure-Fuchsin von van Giesson, Vergrößerung wie Fig 2.

Fig. 4. Viszerales Perikardepithel von Anodonta in gedehntem Zustand nach demselben Präparat wie Fig. 3.

Fig. 5. Viszerales Perikardepithel von Anodonta mit darunterliegender

Bindegewebsschicht, in der vereinzelte Muskelfasern verlaufen. Sublimatalkohol, Coerulein-Safranin, Vergrößerung wie Fig. 2.

Fig. 6. Viszerales Perikardepithel von Anodonta, mit darunterliegender Bindegewebsschicht, mehr kontrahiert, als auf Fig. 5. Sublimatsalpetersäure, Coerulein-Safranin, Hartnack, Imm. Apochr. 2 mm Comp. Oc. II.

Fig 7. Viszerales Perikardepithel von Anodonta, kontrahiert, Sublimat-Salpetersäre, Hämatoxylin-Pikrinsäure-Fuchsin, Hartnack, Imm. Apochr. 2, Comp. Oc. III.

Fig. 8. Zwei Muskelfasern mit Endverzweigungen von Unio. Sublimat-Salpetersäure, Eisenhämatoxylin-Eosin, Hartnack. Apochr. Imm. 2. Comp. Oc. II.

Fig. 9. Viszerales Perikardepithel von Pecten jacobaeus mit Schleimzellen. Sublimat-Salpetersäure, Delafield's Hämatoxylin-Muzikarmin, Hartnack, Apochr. Imm. 2, Comp. Oc. III.

Fig. 10. Zwei Schleimzellen im visceralen Perikardepithel von Pecten jacobaeus, Sublimat, Salpetersäure, Eisenhämatoxylin-Eosin, Hartnack, Apochr. Imm. 2, Comp. Oc. III.

Fig. 11. Eine Schleimzelle im viszeralen Perikardepithel von Pecten jacobaeus mit Fortsatz, Sublimatsalpetersäure, Delafield's Hämatoxylin-Muzikarmin, Hartnack, Apochr. Imm. 2, Comp. Oc. II.

Fig. 12. Eine Herzmuskelfaser von Anodonta, der Länge nach von der Oberfläche angeschnitten, Sublimat-Salpetersäure, Eisenhämatoxylin-Eosin, Zeiss, Apochr. Imm. 2 mm Comp. Oc. 4.

Fig. 13. Drei Herzmuskelfasern von Anodonta im Querschnitt, Sublimat-Salpetersäure, Eisenhämatoxylin-Eosin, Zeiss, Apochr. Imm. 2 mm Comp. Oc. 4.

## Literaturverzeichnis.


1. Bergh R. S. Beiträge zur vergleichenden Histologie. Anatomische Hefte, Bd. 10. I Abt. 1898.
2. Dogiel I. Die Muskeln und Nerven des Herzens bei einigen Mollusken. Arch. f. mikr. Anat. XIV Bd. 1877.
3. Fernandez M. Zur mikroskopischen Anatomie des Blutgefäßsystems der Tunikaten, nebst Bemerkungen zur Phylogenese des Blutgefäßsystems im Allgemeinen. Jen. Zeitschr. 39. Bd. 1904.
4. Foll. Sur la Structure microscopique des Muscles des Mollusques. Comp. Rend. Acad. Sc. Paris T. 106.
5. Gądzikiewicz W. Über den feineren Bau des Herzens bei Malakostraken. Jen. Zeitschr. 39. Bd. 1904.
6. Gądzikiewicz W. Über den histologischen Bau des Herzens bei den dekapoden Krustaceen. Bull. de l'Acad. Sc. Cracovie 1904.
7. Grobben K. Die Perikardialdrüse der Lamellibranchiaten. Arb. Zool. Inst. Wien VII Bd. 1888.
8. Grobben K. Über den Bulbus arteriosus und die Aortenklappen der Lamellibranchiaten. Arb. Zool. Inst. Wien IX Bd. 1891.
9. Heidenhain M. Struktur der kontraktilen Materie. II. Histologie des glatten Muskelgewebes und Struktur der glatten Muskelzelle. Merkel-Bonnet, Ergebnisse der Anat. und Entwgesch. Bd. X. 1900.

10. Heidenhain M. Über die Struktur des menschlichen Herzmuskels. Anat. Anz. XX Bd. 1902.
11. Knoll Ph. Über protoplasmareiche u. protoplasmaarme Muskulatur. Denkschriften kais. Akad. Wien. Mat.-Nat. Klasse Bd. 58. 1891.
12. Lang A. Beiträge zu einer Trophocoeltheorie. Jen. Zeitschr. Bd. 38, 1903.
13. Lenhossék v. Das Mikrozentrum der glatten Muskelzellen. Anat. Anz. XVI Bd. 1899.
14. Leydig Fr. Kleine Mitteilungen zur tierischen Gewebelehre. Müllers Archiv. 1854.
15. Mader. Sur les fibres musculaires du coeur chez la Nasse. Comp. Rend. Akad. Sc. Paris T. 138, 1904.
16. Marceau. Sur la structure du coeur chez les Cephalopodes. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris T. 138. 1904.
17. Marceau. Sur la structure du coeur chez les Gastéropodes et des Lamellibranches. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris T. 139. 1904.
18. Prenant A. Sur les „fibres striées des invertebrés“ Bibliogr. anat. T. 9. F. 4.
19. Schneider K. C. Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Fischer Jena 1902.
20. Stecka S. Przyczynek do anatomii serca raka rzecznego (Astacus fluviatilis) (Contributions à l'anatomie du coeur chez l'écrevisse) Kosmos XXVIII Lemberg.
21. Vejdovský F. Zur Hämocoeltheorie. Zeitschr. wiss. Zool. 82. Bd. 1905.
22. Vigier P. Structure des fibres musculaires du coeur chez les Mollusques. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris T. 138. 1904.
23. Vigier et Vless. Sur l'histologie du myocarde chez des Mollusques primitifs. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris T. 139. 1904.
24. Wackwitz. Beiträge zur Molluskenmuskulatur, speziell der Heteropoden und Pteropoden. Zool. Beiträge, begr. von A. Schneider, fortgs. von Emil Rhode. Bd. III.
25. Weissmann. Über die Muskulatur des Herzens beim Menschen und in der Tierreihe. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1861.

---

8. M. B. SABAT. **Wpływ promieni radu nu przewodnictwo elektrolitów.** ***(Über den Einfluß der Radiumstrahlen auf das Leitvermögen der Elektrolyte).*** (*Sur l'influence du rayonnement du radium sur la conductibilité des électrolytes*). Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t.

Durch die Tatsache, daß die Becquerelstrahlen eine starke Jonisationswirkung auf Gase ausüben, wird die Frage nahegelegt, ob und inwieferne diese Strahlung das elektrische Leitvermögen der Elektrolytenlösungen beeinflußt. Es besteht eine weitgehende Analogie zwischen den Lösungen und den Gasen. Obwohl Elektrolyte, wie es Arrhenius zeigte, gerade solche Stoffe sind, welche den von

van t'Hoff auf eine Anzahl von Substanzen stark verdünnter Lösung angewendeten Gasgesetzen nicht folgen, tritt dennoch eine große Analogie zwischen den Elektrolytenlösungen und den Gasen hervor, und zwar besonders deutlich im Lichte der Jonen- und Dissoziationstheorie, welche die Grundlage für die Erklärung der Erscheinungen der Elektrizitätsleitung durch die Gase wie durch die Elektrolyte bildet. Ungeachtet der weitgehenden Analogie zwischen den Lösungen und den Gasen treten insbesondere hinsichtlich der qualitativen Verhältnisse der Erscheinungen erhebliche Unterschiede hervor.

Im Vergleiche mit Gasen, welche bei gewöhnlicher Temperatur schlechte Elektrizitätsleiter sind, ist das Leitvermögen der Elektrolyte schon bei verhältnismäßig niederen Temperaturen beträchtlich, da sich gewöhnliche Lösungsmittel der Elektrolyte als starke Jonisatoren derselben erweisen. Es wäre daher zu erwarten, daß der Einfluß der Becquerelstrahlen auf Elektrolyte ziemlich bedeutend sein müßte, um bei starker Dissoziationswirkung der letzteren merklich hervortreten zu können; es wäre zu befürchten, daß, wenn die Becquerelstrahlen das Leitvermögen der Elektrolyte nur schwach beeinflussen, ihr Einfluß angesichts der ansehnlichen Leitfähigkeit der Elektrolyte sich unserer Beobachtung sehr leicht entziehen könnte, geradeso wie es zu erwarten wäre, daß die Jonisationswirkung der Becquerelstrahlen auf Gase bei hohen Temperaturen unbeachtet bleiben dürfte.

Die Arbeiten von P. Curie [1]), H. Becquerel [2]) und A. Becker [3]) über den Einfluß der Radiumstrahlen auf das elektrische Leitvermögen der festen und flüssigen Isolatoren, ferner die von Henning [4]) durchgeführten Messungen des Leitvermögens der Radiumsalzlösungen machten es zwar wahrscheinlich, daß die Becquerelstrahlen eine Jonisationswirkung auf Elektrolyte ausüben, man konnte aber nicht erwarten, daß dieser Einfluß bedeutend sein dürfte.

Von P. Curie, H. Becquerel und A. Becker wurde festgestellt, daß die Jonisationswirkung der Radiumstrahlen auf feste und flüssige Isolatoren viel schwächer ist als diejenige auf Gase. F. Henning fand zwar, daß die verdünnten Radium-Bariumchloridlösungen

[1]) Comptes rendus, **134**, p. 420. **1902.**

[2]) ibid. **136**. p. 1173. **1903.**

[3]) Ann. d. Physik, **12**, p. 124. **1903.**

[4]) ibid. **7**, p. 562. **1902.**

die Elektrizität etwas schlechter leiten als die Lösung des reinen Bariumchlorids; er berechnete aber, daß dem bedeutend höheren Atomgewichte des Radiums im Vergleich mit dem Atomgewichte des Bariums ein noch geringerer Wert für das Leitvermögen der Radiumchloridlösung im Vergleiche mit dem Leitvermögen der Bariumchloridlösung entsprechen dürfte. Es erscheint diesem Forscher nicht unwahrscheinlich, daß die Radiumstrahlen den Dissoziationsgrad der Radiumsalzlösung erhöhen.

Gegen die Wahrscheinlichkeit einer starken Jonisationswirkung der Becquerelstrahlen auf Elektrolyte sprechen die Ergebnisse der von F. Kohlrausch [1]) und F. Henning [1]) gemeinsam über die elektrische Leitfähigkeit des Radiumbromids ausgeführten Untersuchungen, welche am kürzesten darin zusammengefaßt werden können, daß dieses Salz in bezug auf seine Leitfähigkeit in Lösungen von $^1/_{12000}$—$^1/_{20}$ normaler Konzentration den analogen Salzen der dem Radium verwandten Elemente, und zwar Ba, Sr und Ca sich anreihen.

Es erscheint angezeigt, hier die von F. Kohlrausch [2]) gemachten Beobachtungen über das elektrische Leitvermögen des Wassers unter dem Einflusse der Becquerelstrahlen zu erwähnen. Wurde das Wasser einer kurzdauernden Wirkung der Radiumstrahlen ausgesetzt, so konnte keine Veränderung des Leitvermögens des Wassers bemerkt werden; erst nach längerer (zweitägiger) Einwirkung des Radiums erfuhr das Leitvermögen des Wassers einen sehr geringen Zuwachs, dessen Ursache Kohlrausch in der durch die Becquerelstrahlen beschleunigten Auflösung des Glases (des Widerstandsgefäßes), nicht aber in der Jonisationswirkung der Strahlen erblickt.

Schließlich erlaube ich mir anzudeuten, daß die Röntgenstrahlen, welche sich in vielfacher Beziehung den Becquerelstrahlen analog verhalten, speziell Gase stark jonisieren und nach den Angaben von I. I. Thomson [3]) und L. Graetz [4]) auch den elektrischen Widerstand der festen und flüssigen Isolatoren verringern, nach meinen und zwar nur in geringer Zahl im J. 1902 im physikalischen Universitätsinstitute des Professors Zakrzewski in Lemberg ausgeführten

[1]) Verhandl. d. D. Phys. Gesell. **5**, p. 144. **1904.**

[2]) Verhandl. d. D. phys. Gesell. **5**, p. 261. **1903.**

[3]) Nature, **53**, p. 378 u. 383. **1895.**

[4]) Ann. d. Physik, **1**, p. 530. **1900.**

Messungen auf das elektrische Leitvermögen der Elektrolyte keinen merklichen Einfluß ausüben.

Dank der großen Liebenswürdigkeit des Professors P. Curie, welcher mir zu meinen Untersuchungen das stärkste Radiumpräparat seines Laboratoriums (0·2 g in einer dünnwandigen Glasröhre eingeschlossenen reinen Radiumbromids) und alle mir nötigen Apparate zur Verfügung stellte, habe ich im vergangenen Jahre im physikalischen Universitätsinstitute des Professors Curie in Paris eine Reihe von Versuchen und Messungen ausgeführt zwecks der Untersuchung, welchen Einfluß die Becquerelstrahlen auf das elektrische Leitvermögen der wäßrigen Elektrolytenlösungen ausüben.

Zur Messung der elektrischen Widerstände bediente ich mich einer Wheatstone-Kirchhoff'schen Drahtbrücke mit dem Telephon. Das Elektrolyt und das Radiumpräparat setzte ich in ein speziell zu meinen Versuchen angefertigtes Widerstandsgefäß. Dasselbe bestand aus zwei konzentrischen Glasröhren (der Durchmesser der äußeren Röhre betrug 32 mm, derjenige der inneren Röhre 8 mm), welche miteinander an beiden Enden (an dem oberen und an dem unteren) mittels zweier ringförmigen Kautschukstöpsel verbunden waren. Die letzteren sperrten den für die Aufnahme des Elektrolytes bestimmten, zwischen der äußeren und der inneren Röhre befindlichen Raum oben und unten ab. Zwei ringförmige Platinelektroden, welche mittels der Elektrolyse der 3% Platinchloridlösung mit Zusatz von 0·025% Bleiazetat mit Platinmohr bedeckt worden sind, waren im Innern des Widerstandsgefäßes horizontal zwischen der äußeren und der inneren, durch die Öffnungen der beiden Elektroden hindurchgehenden Röhre untergebracht. Aus der äußeren Wand des Widerstandsgefäßes lief ein nach oben gebogenes Seitenrohr, welches zur Füllung des Gefäßes mit der Flüssigkeit und zur Aufnahme des während des Versuches die Temperatur der Flüssigkeit angebenden Thermometers diente. Die Widerstandskapazität des Gefäßes betrug $C = 0·289\ cm^{-1}$. Das Elektrolyt wurde der Wirkung der Becquerelstrahlen ausgesetzt, nachdem das Radiumpräparat (0·2 g Radiumbromid) in die innere Röhre des Widerstandsgefäßes gebracht worden war. Diese Einrichtung ermöglichte, daß ein großer Teil der durch das Radiumpräparat ausgesendeten $\beta$-Strahlung und fast die ganze von demselben ausgesendete $\gamma$-Strahlung, welche aus dem inneren Rohr (die Wanddicke des inneren

Rohres betrug 0·3 mm) nach allen Seiten ausgingen, in die dieses Rohr umgebende Flüssigkeit eindrangen.

Ich machte eine große Anzahl von Versuchen, in welchen der Wirkung der Radiumstrahlen (den $\beta$- und den $\gamma$-Strahlen) wäßrige Lösungen verschiedener Salze, Säuren und Basen von verschiedener Konzentration ausgesetzt wurden.

Die Temperatur des Elektrolytes während des Versuches wurde durch ein hinreichend empfindliches, in dem Elektrolyte untergebrachtes Quecksilberthermometer mit Zehntel-Celsius-Grad-Einteilung angezeigt.

Mit Rücksicht auf die langsame Erwärmung des Elektrolytes unter dem Einflusse des Radiums war die Empfindlichkeit des Thermometers ausreichend; durch viele Versuche wurde es festgestellt, daß nach Herausnahme des Radiumpräparats aus der inneren Röhre des Widerstandsgefäßes die Quecksilbersäule des Thermometers nicht mehr stieg, sondern im Gegenteil allmählich sank.

In der Mehrzahl der Versuche betrug die Maximaltemperatur des Elektrolytes unter dem Einflusse des Radiums 0·3° C., in einigen Fällen erreichte die Erwärmung das Maximum 0·4° C. Die Größe der Maximalerwärmung des Elektrolytes war natürlich auch von verschiedenen Nebenbedingungen des Versuches, wie von der Menge der Lösung im Widerstandsgefäße, von dem Feuchtigkeitsgrade der äußeren Wandseite des Gefäßes u. a. abhängig.

Für jeden notierten Widerstand wurde die Temperatur zweimal und zwar vor und nach der Ablesung des Widerstandes abgelesen.

In den folgenden Tabellen ist das Leitvermögen, welches während der Versuche mit Radium jedesmal von mir beobachtet wurde, angegeben und mit den Werten des Leitvermögens zusammengestellt, welche für die dem Einflusse des Radiums nicht ausgesetzten Elektrolyte für die gleichen Temperaturen (nach den dem ausgezeichneten Werke von Kohlrausch und Holborn: „Das Leitvermögen der Elektrolyte“ entnommenen Temperaturkoëffizienten) berechnet wurden. Bei diesen Berechnungen dienten als Ausgangspunkte die von mir beobachteten Leitvermögen ($k$), welche in den folgenden Tabellen in der ersten Horizontal- und der dritten Vertikalreihe angegeben sind.

Tab. I.

**Na Cl** (20%).

Temperaturkoëffizient:

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0\cdot0216.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 17·1 | 0·1918 | 0·1918 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 17·1 | 0·1918 | 0·1918 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·4 | 0·1932 | 0·1930 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·4 | 0·1932 | 0·1930 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17·2 | 0·1921 | 0·1922 |
| Elektrolyt, neuerdings der Radiumwirkung ausgesetzt . . . . . . . . . . . . | 17·2 | 0·1921 | 0·1922 |

Tab. II.

**Na Cl** (10%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0\cdot0214.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·5 | 0·1174 | 0·1174 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde . | 16·5 | 0·1174 | 0·1174 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·6 | 0·1176 | 0·1176 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·9 | 0·1183 | 0·1182 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·9 | 0·1183 | 0·1182 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·6 | 0·1175 | 0·1176 |

Tab. III.

**Na Cl** (5%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0217.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·4 | 0·0647 | 0·06470 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·4 | 0·0647 | 0·06470 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·6 | 0·0650 | 0·06496 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·8 | 0·0652 | 0·06522 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·8 | 0·0652 | 0·06522 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·5 | 0·0649 | 0·06483 |

Tab. IV.

**Ca** $\mathbf{Cl_2}$ (20%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0200.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16 | 0·1661 | 0·1661 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16 | 0·1661 | 0·1661 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·1 | 0·1665 | 0·1664 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·3 | 0·1672 | 0·1671 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·3 | 0·1672 | 0·1671 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 15·9 | 0·1659 | 0·1658 |
| Elektrolyt, neuerdings d. Radiumwirk. ausgesetzt | 15·9 | 0·1659 | 0·1658 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·1 | 0·1664 | 0·1664 |

Tab. V.

## $CaCl_2$ (10%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0·0206.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 17·2 | 0·1124 | 0·1124 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 17·2 | 0·1124 | 0·1124 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·4 | 0·1130 | 0·1129 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·4 | 0·1130 | 0·1129 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17·2 | 0·1124 | 0·1124 |
| Elektrolyt, neuerdings der Radiumwirk. ausges. | 17·2 | 0·1124 | 0·1124 |
| Elektrolyt, unter der Einwirkung des Radiums | 17·3 | 0·1126 | 0·1126 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·3 | 0·1126 | 0·1126 |

Tab. VI.

## $CaCl_2$ (5%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0·0213.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 17·1 | 0·0633 | 0·0633 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 17·1 | 0·0633 | 0·0633 |
| Elektrolyt, unter der Einwirkung des Radiums | 17·4 | 0·0637 | 0·0637 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·4 | 0·0637 | 0·0637 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17·1 | 0·0633 | 0·0633 |

Tab. VII.

**Ba Cl$_2$** (20%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0195.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·8 | 0·1302 | 0·1302 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·8 | 0·1303 | 0·1302 |
| Elektrolyt, unter der Einwirkung des Radiums | 17·1 | 0·1311 | 0·1310 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·1 | 0·1311 | 0·1310 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·8 | 0·1302 | 0·1302 |

Tab. VIII

**Ba Cl$_2$** (10%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0206.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·6 | 0·0714 | 0·07140 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·6 | 0·0714 | 0·07140 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·9 | 0·0719 | 0·07185 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·9 | 0·0719 | 0·07185 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·7 | 0·0715 | 0·07155 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·5 | 0·0712 | 0·07125 |

Tab. IX.

**Ba Cl$_2$** (5%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0214.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·4 | 0·0377 | 0·03770 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·4 | 0·0377 | 0·03770 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·8 | 0·0380 | 0·03802 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·8 | 0·0380 | 0·03802 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·4 | 0·0377 | 0·03770 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·2 | 0·0376 | 0·03754 |

Tab. X.

**Mg SO$_4$** (20%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0269.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·8 | 0·0463 | 0·04630 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·8 | 0·0463 | 0·04630 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·1 | 0·0467 | 0·04666 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·1 | 0·0467 | 0·04666 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·7 | 0·0462 | 0·04618 |

Tab. XI.

**Mg SO₄** (10%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0241.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·6 | 0·0401 | 0·04010 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·6 | 0·0401 | 0·04010 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·9 | 0·0403 | 0·04025 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·9 | 0·0403 | 0·04025 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·6 | 0·0401 | 0·04010 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·5 | 0·0400 | 0·03993 |

Tab. XII.

**Mg SO₄** (5%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0226.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·5 | 0·0256 | 0·02560 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·5 | 0·0256 | 0·02560 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·7 | 0·0258 | 0·02572 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·8 | 0·0258 | 0·02577 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·8 | 0·0258 | 0·02577 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·5 | 0·0256 | 0·02560 |

Tab. XIII.

Zn $SO_4$ (20%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0·0241.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·5 | 0·0449 | 0·04490 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·5 | 0·0449 | 0·04490 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·8 | 0·0452 | 0·04522 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·8 | 0·0453 | 0·04522 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·5 | 0·0449 | 0·04490 |

Tab. XIV.

Zn $SO_4$ (10%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0·0223.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·4 | 0·0308 | 0·03080 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·4 | 0·0308 | 0·03080 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·8 | 0·0311 | 0·03107 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·8 | 0·0311 | 0·03107 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·5 | 0·0309 | 0·03087 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·4 | 0·0308 | 0·03080 |

Tab. XV.

$Zn\ SO_4$ (5%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0225.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·3 | 0·0184 | 0·01840 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·3 | 0·0184 | 0·01840 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·6 | 0·0185 | 0·01852 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·6 | 0·0185 | 0·01852 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·4 | 0·0184 | 0·01844 |

Tab. XVI.

$K_2\ CO_3$ (40%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0246.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·3 | 0·2073 | 0·2073 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·3 | 0·2073 | 0·2073 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·6 | 0·2086 | 0·2088 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·6 | 0·2086 | 0·2088 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·3 | 0·2073 | 0·2073 |
| Elektrolyt, neuerdings der Radiumwirk. ausges. . | 16·5 | 0·2082 | 0·2083 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·5 | 0·2082 | 0·2083 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·2 | 0·2067 | 0·2068 |

Tab. XVII. $K_2\ CO_3$ (20%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0210.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 17·2 | 0·1779 | 0·1779 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 17·2 | 0·1779 | 0·1779 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·5 | 0·1788 | 0·1790 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·5 | 0·1788 | 0·1790 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17·3 | 0·1782 | 0·1783 |
| Elektrolyt, neuerdings d. Radiumwirk. ausgesetzt | 17·4 | 0·1786 | 0·1786 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·4 | 0·1786 | 0·1786 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17·1 | 0·1774 | 0·1785 |

Tab. XVIII. $K_2\ CO_3$ (5%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0221.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 17 | 0·0546 | 0·05460 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 17 | 0·0546 | 0·05460 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·3 | 0·0551 | 0·05496 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·3 | 0·0551 | 0·05496 |
| Elektrolyt, neuerdings d. Radiumwirk. ausgesetzt | 17·2 | 0·0549 | 0·05484 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·2 | 0·0549 | 0·05484 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·9 | 0·0544 | 0·05448 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·9 | 0·0544 | 0·05448 |

Tab. XIX. H Cl (20%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0158.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·9 | 0·7489 | 0·7489 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·9 | 0·7489 | 0·7489 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·2 | 0·7527 | 0·7524 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·2 | 0·7527 | 0·7524 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·9 | 0·7490 | 0·7489 |
| Elektrolyt, neuerdings d. Radiumwirk. ausgesetzt | 17·3 | 0·7538 | 0·7535 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·3 | 0·7538 | 0·7535 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·8 | 0·7476 | 0·7477 |

Tab. XX. H Cl (10%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0156.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 17·2 | 0·6219 | 0·6219 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 17·2 | 0·6219 | 0·6219 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·5 | 0·6246 | 0·6248 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·5 | 0·6246 | 0·6248 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17·3 | 0·6228 | 0·6229 |
| Elektrolyt, neuerdings d. Radiumwirk. ausgesetzt | 17·5 | 0·6245 | 0·6248 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·5 | 0·6245 | 0·6248 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17·2 | 0·6218 | 0·6219 |

Tab. XXI. **H Cl** (5%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0158.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 17·1 | 0·3895 | 0·3895 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 17·1 | 0·3895 | 0·3895 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·4 | 0·3915 | 0·3913 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf. nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·4 | 0·3916 | 0·3913 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17 | 0·3891 | 0·3889 |
| Elektrolyt, neuerdings d. Radiumwirk. ausgesetzt | 17·3 | 0·3908 | 0·3907 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·3 | 0·3908 | 0·3907 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 17 | 0·3887 | 0·3889 |

Tab. XXII. **Na HO** (10%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0{\cdot}0217.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . | 16·8 | 0·3034 | 0·3034 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·8 | 0·3034 | 0·3034 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 17·1 | 0·3052 | 0·3054 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·1 | 0·3052 | 0·3054 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·8 | 0·3034 | 0·3034 |
| Elektrolyt, neuerdings d. Radiumwirk. ausgesetzt | 17·1 | 0·3051 | 0·3054 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 17·1 | 0·3051 | 0·3054 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·7 | 0·3024 | 0·3027 |

Tab. XXIII.

**Na HO** (2·5%).

$$\frac{1}{k_{18}}\left(\frac{dk}{dt}\right)_{22} = 0·0194.$$

| Verlauf des Versuches | Temperaturen des Elektrolytes während des Versuches | Leitvermögen | |
|---|---|---|---|
| | | beobachtet | berechnet |
| Elektrolyt vor der Einwirkung des Radiums . . | 16·6 | 0·1061 | 0·1061 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums ausgesetzt wurde | 16·6 | 0·1061 | 0·1061 |
| Elektrolyt unter der Einwirkung des Radiums | 16·9 | 0·1069 | 0·1067 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·9 | 0·1069 | 0·1067 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·5 | 0·1058 | 0·1059 |
| Elektrolyt, neuerdings d. Radiumwirk. ausgesetzt | 16·8 | 0·1066 | 0·1065 |
| Elektrolyt unmittelbar darauf, nachdem er der Einwirkung des Radiums entzogen wurde . | 16·8 | 0·1066 | 0·1065 |
| Elektrolyt, der Radiumwirkung entzogen . . | 16·4 | 0·1056 | 0·1057 |

Aus meinen Erfahrungen, welche größtenteils in den oben angeführten Tabellen zusammengefaßt sind, ergibt sich folgendes:

1) Unmittelbar darauf, nachdem das Elektrolyt der Radiumwirkung ausgesetzt worden war, d. h. in der Zeit, in welcher die Temperatur des Elektrolytes unter der Einwirkung des Radiums noch nicht merklich zunehmen konnte, wurde keine Veränderung des Leitvermögens bemerkt.

2) Während der länger (von einigen bis fünfzehn Minuten) dauernden Versuche nahm das Leitvermögen des der Radiumwirkung ausgesetzten Elektrolytes allmählich zu, indem es einem konstanten Maximum zustrebte. Verlauf und Größe der Zunahme des Leitvermögens des Elektrolytes entsprachen ganz gut der Temperaturzunahme des Elektrolytes, welche durch die Anwesenheit des Radiums in seiner Nähe bewirkt wurde.

3) Unmittelbar darauf, nachdem das Elektrolyt der Radiumwirkung entzogen wurde, d. h. in der Zeit, in welcher noch keine

merkliche Temperaturänderung eintreten konnte, wurde keine Veränderung des Leitvermögens bemerkt.

4) Nachdem das Elektrolyt der Radiumwirkung entzogen worden war, kehrte das Leitvermögen des Elektrolytes allmählich mit dem Sinken der Temperatur der Flüssigkeit auf den Normalpunkt, auf seinen ursprünglichen Wert zurück.

Nach meinen Erfahrungen rufen die $\beta$- und $\gamma$-Strahlen, wenn sie auf die wäßrigen Elektrolytenlösungen durch die Dauer von einigen bis fünfzehn Minuten wirken, auf dieselben unmittelbar keine merkliche Dissoziationswirkung hervor. In dieser Hinsicht verhalten sich also die Elektrolytenlösungen unter dem Einflusse der Radiumstrahlen anders als die Gase, obwohl die Jonenenergie der Stoffe im Zustande der wäßrigen Lösungen bedeutend kleiner sein soll als diejenige des gasförmigen Aggregatszustandes.

Das in der Nähe des Elektrolytes befindliche Radiumpräparat steigert das Leitvermögen der Elektrolytenlösung nur insoferne, als es ihre Temperatur erhöht, was sowohl dadurch geschieht, daß das Radiumpräparat an die Elektrolytenlösung unmittelbar Wärme abgibt als auch ohne Zweifel dadurch, daß die Energie der von den Lösungen absorbierten Becquerelstrahlen, ähnlich wie in den festen Körpern [1]), in Wärmeenergie umgesetzt wird.

Wenn die Becquerelstrahlen eine Steigerung des Dissoziationsgrades des Elektrolytes unmittelbar hervorrufen, muß man annehmen, daß ihr relativer Wert so gering ist, daß sie bei der Anwendung der oben beschriebenen Versuchsweise unbemerkt bleibt.

[1]) Br. Sabat, Compt. rend. **140,** 10, p. 644—647. **1905.**

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

22 Lutego 1906.

# PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński; 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes, — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

---

**Świętek J.**, »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

---

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 2. FÉVRIER 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
## DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER
## DER
# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
## IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1906

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:
S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

## EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.
Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHEMATIQUES ET NATURELLES.

**Nº 2. Février 1906.**




## Séance du lundi 5 Février 1906.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

9. MM. TAD. KOŹNIEWSKI et L. MARCHLEWSKI m. t. **O barwikach Pechmanna. Część 1-sza.** ***(Zur Kenntnis der Pechmann'schen Farbstoffe, 1-ter Theil).*** (*Sur les matières colorantes de Pechmann, 1-ère partie*). Mémoire présenté à la séance du 4 Décembre 1905.

Im Jahre 1882 beobachtete v. Pechmann [1]), daß Benzoylakrylsäure unter der Einwirkung von wasserentziehenden Mitteln in einen rot-gelben Farbstoff übergeht, welcher entsprechend der Formel $C_{10} H_6 O_2$ zusammengesetzt ist. Diese Beobachtung interessierte uns aus folgendem Grunde: bekanntlich wird ein Zusammenhang zwischen dem Chlorophyll und den Lipochromen vermutet, und da letztere stickstofffrei sind, so lag die Möglichkeit vor, daß die Lipochrome aus Bruchstücken des Chlorophylls aufgebaut werden, zu welchen wohl auch Maleinsäureabkömmlinge [2]) zu rechnen sind. Es war daher angezeigt nachzuforschen, inwiefern einige bekannte Farbstoffe, die sich vom Maleinsäureanhydrid ableiten an Lipochrome erinnern. Es zeigte sich, daß der oben erwähnte Pechmannsche Farbstoff tatsächlich einige Ähnlichkeit mit den Lipochromen

[1]) Ber. **15**, p. 881.

[2]) Bekanntlich wurde bewiesen, daß Phylloporphyrin bei der Oxydation das Anhydrid der dreibasischen Hämatinsäure liefert, welches (Küster) zu Methyl-äthyl-malein-säureanhydrid abgebaut werden kann. Marchlewski. Dieses Bull. **1902**, 1.

besitzt und zwar indem er mit konz. Schwefelsäure eine blaue Färbung gibt und auch ein analoges Absorptionsspektrum aufweist. Es war daher möglich, daß Abkömmlinge höherer Homologe der Maleinsäure, welche als Spaltungsprodukte des Chlorophylls vor allem in Betracht kommen, diese Ähnlichkeit noch mehr zum Vorschein bringen werden und war es unsere Absicht in erster Linie derartige Körper in das Bereich unserer Studien zu ziehen. Leider zeigte es sich aber, daß entgegen den Beobachtungen von v. Pechmann höhere Homologen des Maleinsäureanhydrids nur äußerst schwer mit aromatischen Kohlenwasserstoffen nach der Friedel-Craft'schen Methode in Reaction zu bringen sind, so daß wir unser Arbeitsgebiet sehr einschränken mußten und versuchten daher wenigstens über die Natur der einfachsten Repräsentanten dieser Körperklasse etwas besser orientiert zu werden.

Über die Konstitution des aus Benzoylakrylsäure durch Wasserentziehung entstehenden Körpers war nichts bekannt. Seine Bildung kann durch die Gleichung:

$$C_{10} H_8 O_3 - H_2 O = C_{10} H_6 O_2$$

wiedergegeben werden, aber über seine Molekulargröße ist auch nichts bekannt und eine direkte Bestimmung derselben ist infolge der Schwerlöslichkeit des Farbstoffs nahezu unmöglich. Um aber über die Art der stattfindenden Kondensation eine Idee zu bekommen, haben wir Homologe der Benzoylakrylsäure dargestellt und ihre Fähigkeit Farbstoffe zu bilden näher geprüft. Unter diesen Homologen beanspruchte die Mesitoylakrylsäure das größte Interesse; diese wie auch Kondensationsprodukte von Pseudokumol, m-Xylol und Phenetol mit Maleinsäureanhydrid haben wir dargestellt.

Um günstige Ausbeuten zu erhalten, müssen gewisse Vorsichtsmaßregeln befolgt werden und erscheint daher eine genauere Beschreibung der Darstellungsweisen der verschiedenen Säuren angezeigt.

### Benzoylakrylsäure.

Die folgende Methode hat sich am besten bewährt: 30 gr Maleinsäureanhydrid wurden in 1 L. trockenen Benzol gelöst und portionsweise unter Schütteln 45—50 gr sublimiertes Aluminiumchlorid zugesetzt. Nachdem das letztere eingetragen war, wurde das Gemisch beiseite gestellt, ab und zu tüchtig durchgeschüttelt und nach

24 Stunden während weiterer 10—15 Stunden auf 40—60° erwärmt. Sodann wurde nach dem Abkühlen des Gemisches eiskaltes Wasser in kleinen Portionen zugesetzt und nach dem Hinzufügen von 100 ccm 25% Salzsäure im Dampfstrome destilliert. Nach dem Abdestillieren des Benzols hinterbleibt im Kolben ein schweres, gelbes Öl, welches nach Zusatz von größeren Mengen siedenden Wassers vollständig in Lösung geht und beim Abkühlen in silberweißen Schuppen vom Schmp. 64° auskrystallisiert.

Längeres oder höheres Erhitzen des Reaktionsgemisches ist nachteilig; in diesem Falle löst sich das gebildete Öl nur unvollständig in siedendem Wasser und die Ausbeuten sind dementsprechend geringer. Im besten Falle erhält man ebensoviel Benzoylakrylsäure als Maleinsäureanhydrid in Arbeit genommen wurde.

Über die Eigenschaften der Benzoylakrylsäure hat v. Pechmann nähere Angaben gemacht, die wir nur bestätigen können. Um die Säure noch besser charakterisieren zu können, haben wir ihr Phenylhydrazon und Ester dargestellt.

### Phenylhydrazon der Benzoylakrylsäure.

8 gr Benzoylakrylsäure wurden in Alkohol gelöst und zu der Lösung 5 gr Phenylhydrazin in essigsaurer Lösung zugesetzt. Es bildet sich dabei sofort ein hellgelb gefärbter Niederschlag des benzoylakrylsauren Phenylhydrazins. Das Gemisch wurde darauf zum Sieden erhitzt und bei dieser Temperatur während 3 Stunden gehalten. Der vorerwähnte Niederschlag geht hierbei in Lösung. Wird zu der erhaltenen Lösung Wasser hinzugesetzt, so fällt ein gelbliches Öl, welches zuerst aus Alkohol dann aus Benzol krystallisiert wurde. Das Phenylhydrazon stellt goldgelbe Nadeln dar, die sich leicht in Chloroform, warmem Alkohol und Benzol lösen. Alkalien nehmen es auch mit Leichtigkeit auf. Schmp. 197°.

Analysen:

0·1054 g Substanz gaben 10·0 cm³ N bei $t = 17·5°$, $p = 740$ mm.
0·182 g Substanz gaben 0·4812 g $CO_2$ und 0·0861 g $H_2O$.

| | Gefunden | Berechnet für $C_{16}H_{14}N_2O_2$ |
|---|---|---|
| C | 72·11% | 72·12% |
| H | 5·30% | 5·30% |
| N | 10·69% | 10·54% |

### Benzoylakrylsäure-Methylester.

Die eiskalte methylalkoholische Lösung der Benzoylakrylsäure wurde während 2 Stunden mit gasförmiger trockener Salzsäure behandelt. Nach mehrstündigem Verweilen in einer Kältemischung wurde das Gemisch auf Eis gegossen und das Ganze mit Äther extrahiert. Die ätherische Lösung wurde zuerst mit eiskalter sehr verdünnter Sodalösung, dann mit Wasser durchgeschüttelt und nach dem Abdunsten des Äthers der Rückstand unter vermindertem Druck destilliert. Aus der bei 185° bei 16 mm Druck destillierenden Fraktion krystallisierte der Ester in Form von blaßgelben Nädelchen, die bei 30—32° schmolzen und in den gebräuchlichen organischen Lösungsmitteln leicht löslich waren.

### Toluylakrylsäure.

Diese Säure wird ganz analog wie die vorstehende erhalten. nur muß kürzer erwärmt werden, auch darf die Temperatur 50° nicht übersteigen, sonst resultiert eine beträchtliche Menge der in Wasser unlöslichen Harze. Die Ausbeute an dieser Säure steht aber der der Benzoylsäure nach. Man krystallisiert sie wie auch die anderen unten erwähnten Homologe am besten aus siedendem Wasser, welches mit Salzsäure angesäuert ist. Hierbei werden sämtliche Säuren wasserfrei d. h. ohne Krystallisationswasser erhalten, mit Ausnahme der Benzoylakrylsäure.

### m-Xyloylakrylsäure.

Bei der Darstellung dieser Säure stießen wir auf beträchtliche Schwierigkeiten. Wurde die Synthese bei niedriger Temperatur (Eiskühlung) ausgeführt, so erhielten wir zwar wenig von den unlöslichen Harzen aber auch wenig von der eigentlichen Säure, nämlich höchstens $1^1/_2$ gr aus 10 gr Maleinsäureanhydrid. Die besten Resultate wurden nach folgenden Methoden erhalten: bei dem stufenweisen Zusatz des Aluminiumchlorids zur Lösung des Maleinsäureanhydrids in m-Xylol muß tüchtig mit Eiswasser gekühlt werden. Nachdem alles Aluminiumchlorid zugesetzt ist, wird das Reaktionsgemisch weitere 2—3 Stunden in eiskaltem Wasser gehalten und dann über Nacht bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen. Sodann wird während zweier Stunden auf 40° erhitzt, wobei ein Teil der Salzsäure entweicht. Weiter wird ebenso vorgegangen wie

bei der Benzoylakrylsäure beschrieben. Das erhaltene Rohprodukt enthält eine Menge in Wasser ganz unlöslichen Öles, welches überdies noch die Eigenschaft hat, Xyloylakrylsäure zurückzuhalten. Das Auskochen des Öles muß daher recht häufig wiederholt werden. Im besten Falle erhält man 50% der angewandten Maleinsäure als Xyloylsäure. Die Säure hat ganz ähnliche Eigenschaften wie die beiden niedrigeren Homologen. Sie schmilzt bei 114°. Unter der Einwirkung von Essigsäureanhydrid wird sie leicht in einen Farbstoff übergeführt

Analyse:

0·1590 g Substanz gaben 0·4095 g $CO_2$ und 0·0854 gr $H_2O$.

| | Gefunden | Berechnet für $C_{12}H_{12}O_3$ |
|---|---|---|
| C | 70·24% | 70·55% |
| H | 6·02% | 5·93% |

**Phenetoylakrylsäure.**

Phenetol reagiert mit Maleinsäureanhydrid bei Anwesenheit von Aluminiumchlorid außerordentlich energisch. was vielleicht durch die größere Löslichkeit des Chlorids in diesem Falle bedingt wird.

Leidliche Ausbeuten wurden wie folgt erhalten. Zu 150 gr Phenetol, welches sich in einem $^1/_2$ Liter fassenden Kolben befinden, wird 12 gr Maleinsäureanhydrid zugesetzt. Letzteres geht dabei vollständig in Lösung. Der Kolben wird jetzt mit einem Rückflußkühler verbunden und in Eis gestellt. Sodann setzt man portionsweise 20 gr Aluminiumchlorid hinzu und läßt dann das Gemisch einige Stunden in Eis stehen. Die Zersetzung der Aluminiumverbindung mit Wasser geschieht dann weiter in gewöhnlicher Art. Das überschüssige Phenetol wird mit Wasserdampf abgetrieben. Aus dem erhaltenen rohen Reaktionsprodukt wird dann die Phenetoylakrylsäure mit siedendem Wasser ausgezogen. wobei $2^1/_2$—3 g der reinen Säure resultieren. Schmp. 143—144°.

Analyse:

0·1783 g Substanz gaben 0·4290 g $CO_2$ und 0·0869 g $H_2O$.

| | Gefunden | Berechnet für $C_{12}H_{12}O_4$ |
|---|---|---|
| C | 65·62% | 65·43% |
| H | 5·46% | 5·50% |

Die in Wasser unlösliche harzige Masse erstarrt beim Erkalten zu einem spröden Körper. Nach dem Trocknen desselben auf dem Wasserbade kann ihm durch Äther eine harzige Beimischung entzogen werden; der in Äther unlösliche Rückstand kann sodann aus siedendem Alkohol oder Toluol krystallisiert werden. Er bildet weiße Nadeln die bei $142^1/_2{}^0$ schmelzen und stellt das Hauptprodukt der geschilderten Reaktion vor. Ein analoges Product konnte bei den anderen hier besprochenen Säuresynthesen nicht isoliert werden. Auf diese Substanz kommen wir später noch zurück.

**Pseudokumoylakrylsäure.**

Diese Säure wird am besten nach dem bei der Xyloylakrylsäure beschriebenen Verfahren dargestellt. Wie alle Säuren dieser Gruppe löst sie sich leicht in siedendem Wasser, schwer in kaltem und kann daher aus diesem Medium leicht krystallisiert werden. Sie stellt hellgelbe Nädelchen dar die bei 149$^0$ schmelzen.

Analyse:

0·1525 g Substanz gaben 0·3995 g $CO_2$ und 0·0867 g $H_2O$.

| | Gefunden | Berechnet für $C_{13}H_{14}O_3$ |
|---|---|---|
| C | 71·50% | 72·52% |
| H | 6·37% | 6·48% |

Gestützt auf die Untersuchungen von F. Meyer[1]) über die Konstitution der Benzoylbenzoesäuren wird man wohl nicht fehlgehen wenn man der m-Xyloylakrylsäure die Formel:

$$\mathrm{(CH_3)_2C_6H_3 — CO . CH : CH . COOH}$$

und der ps-Kumoylakrylsäure das Schema:

$$\mathrm{(CH_3)_3C_6H_2 — CO . CH : CH . COOH}$$

zuerteilt.

[1]) Ber. **15**, 636.

**Mesitoylakrylsäure**

wurde ebenso wie die vorstehende erhalten. Äußerlich ist sie von den anderen Säuren nicht zu unterscheiden und besitzt auch einen ähnlichen Schmelzpunkt, nämlich 140·5°.

Analyse:

0·1855 g Substanz gaben 0·4867 g $CO_2$ und 0·1079 g $H_2O$.

| | Gefunden | Berechnet für $C_{13}H_{14}O_3$ |
|---|---|---|
| C | 71·54% | 71·52% |
| H | 6·52% | 6·48% |

Die Konstitution dieser Säure kann natürlich nur durch die folgende Formel dargestellt werden:

$$C_6H(CH_3)_3 - CO.CH:CH.COOH.$$

**Farbstoffe aus den Aroylakrylsäuren.**

Sämtliche beschriebenen Säuren geben ähnlich wie die v. Pechmann studierten Benzoylakrylsäure und Toluylakrylsäure, bei der Behandlung mit wasserentziehenden Mitteln Farbstoffe, besonders mit siedendem Essigsäureanhydrid. Die Ausbeuten sind aber sehr unzufriedenstellend, und die von v. Pechmann erreichten von 45% konnten wir niemals realisieren. In der Regel erhielten wir 20—25%, häufig auch nur 10—15%. Um diesen Unterschied in unseren Befunden aufzuklären, haben wir mehrere Versuche unter verschiedenen Bedingungen mit der Benzoylakrylsäure angestellt. Es zeigte sich, daß die Dauer des Erhitzens sowie auch die Menge des angewandten Essigsäureanhydrids ohne Einfluß auf die Ausbeute ist. Hingegen ist die Beschaffenheit der angewandten Säure von einiger Bedeutung. In einem Falle wurde aus einem nicht besonders weitgehend gereinigten Präparate der Benzoylakrylsäure 30% an Farbstoff erhalten. Die nähere Untersuchung dieser Säure zeigte nun, daß ihr Schmelzpunkt durchaus nicht konstant war, sie begann bei 60° zu schmelzen, wobei ein Teil ungeschmolzen zurückblieb, der erst bei 105° völlig in Fluß kam. Bei der Krystallisation dieser Säure aus Toluol wurden zwei verschiedene Körper beobachtet: län-

gere gelbliche Nädelchen und weiße Körner, von undeutlich krystallinischer Struktur. Die Körper konnten durch Äther getrennt werden; in Äther löste sich nämlich die gelbliche Benzoylakrylsäure mit Leichtigkeit auf, während die weiße Substanz zurück blieb. Letztere konnte aus Chloroform in glänzenden silberweißen Schuppen erhalten werden, die bei 127° schmolzen. Die Analyse dieser Substanz führte zur Formel $C_{10}H_{10}O_4$:

Analyse:

0·14515 g Substanz gaben 0·3282 g $CO_2$ und 0·0662 g $H_2O$.

| | Gefunden | Berechnet für $C_{10}H_{10}O_4$ |
|---|---|---|
| C | 61·67% | 61·82% |
| H | 5·11% | 5·20% |

Auf Grund dieses Befundes konnte geschlossen werden, daß die fragliche Substanz identisch mit der Phenyl-$\gamma$-keto-$\alpha$-Oxybuttersäure ist, welche von Königs und Wagstaff erhalten wurde[1]. Diese Säure liefert mit Essigsäureanhydrid ebenfalls einen Farbstoff, der identisch ist mit dem aus Benzoylakrylsäure darstellbaren und zwar in besserer Ausbeute als letztere und ist daher der Schluß zulässig, daß die nicht ganz rein dargestellten Benzoylakrylsäurepräparate je nach dem Gehalte an Königs'scher Säure größere oder geringere Ausbeuten an Farbstoff liefern. Was die Anwesenheit der Phenyl-$\gamma$-keto-$\alpha$-Oxybuttersäure in den rohen Benzoylakrylsäurepräparaten anbelangt, so ist dieselbe auf einen Gehalt von Äpfelsäureanhydrid in den von uns benutzten, von Schuchardt in Görlitz, bezogenen Maleinsäureanhydrid zurückzuführen[2].

Es sei noch erwähnt, daß entwässerte Benzoylakrylsäure eine schlechtere Ausbeute an Farbstoff ergab als wasserhaltige. Erhitzen im Rohr auf 160° vergrößert die Ausbeute, aber das erhaltene Produkt ist unreiner. Zusatz von Chlorzink oder entwässertem Natriumacetat verminderte die Ausbeute ganz beträchtlich und scheint in manchen Fällen die Bildung des Farbstoffs überhaupt zu verhindern. Die Technik der Reindarstellung der Farbstoffe ist sehr ein-

[1] Ber. **26**, 557.

[2] Über die Synthese der Phenyl-$\gamma$-keto-$\alpha$-Oxybuttersäure aus Acetyl-Äpfelsäureanhydrid soll später berichtet werden.

fach. Nach längerem Erhitzen des Gemisches von Aroylakrylsäure und Essigsäureanhydrid scheidet sich der Farbstoff krystallinisch ab. Nach dem Erkalten werden die Krystalle abfiltriert und tüchtig mit Alkohol und später Äther gewaschen, wodurch die in beträchtlicher Menge sich bildenden braunen amorphen Farbstoffe entfernt werden. Die so gereinigten Produkte werden schließlich aus Toluol oder Xylol umkrystallisiert.

Die Farbstoffe aus Kumoylakrylsäure, Xyloylakrylsäure und Phenetoylakrylsäure sind denen aus Benzoyl und Toluylakrylsäure sehr ähnlich. Über ihre physikalischen Eigenschaften, speziell spektroskopisches Verhalten wird weiter unten berichtet werden. Diese Ähnlichkeit machte auch das Analysieren dieser Farbstoffe überflüssig. Der aus Mesitoylakrylsäure darstellbare Farbstoff, welcher sich in sehr guter Ausbeute bildet (bis 50%), weicht jedoch in manchen Eigenschaften von den anderen ab. Er löst sich in Chloroform und Xylol viel leichter und zwar nicht mit roter Farbe sondern mit rot-gelber Farbe und zeigte, was am wichtigsten ist, ein anderes Absorptionsspektrum (nur ein Band im Blau). Seine Bildung findet aber in analoger Weise statt wie der der anderen Farbstoffe, nämlich aus einem Molekül Säure tritt ein Molekül Wasser heraus und die Formel des Farbstoffs ist daher $(C_{13}H_{12}O_2)$ x. Schmp. 278°[1].

Analyse:

0·1057 g Substanz gaben 0·3013 g $CO_2$ und 0·0583 g $H_2O$.

| | Gefunden | Berechnet für $(C_{13}H_{12}O_2)$ x. |
|---|---|---|
| C | 77·74% | 77·96% |
| H | 6·18% | 6·05% |

**Zur Konstitution der Farbstoffe.**

Zunächst hielten wir es für wahrscheinlich, daß die Kondensation zweier Moleküle der Aroylakrylsäuren in derselben Art zu stande kommt, wie die der Zimmtsäure zu Truxilsäuren bezw. Truxon, etwa in folgender Art:

[1]) Erwähnt sei, daß dieser Farbstoff immer in zwei Formen erhalten wird, nämlich einer roten und einer gelben. Beim Umkrystallisieren der roten aus Essigsäureanhydrid erhält man die gelbe Modifikation.

$$\begin{array}{l} \text{—CO—CH}=\text{CH—COOH H} \\ \text{H COOH—CH}=\text{CH—CO—} \end{array} = 2\,\text{H}_2\text{O} +$$

$$+ \begin{array}{l} \text{—CO—CH—CH—CO—} \\ \qquad\quad\ | \qquad\ \ | \\ \text{—CO—CH—CH—CO—} \end{array}$$

Gegen diese Annahme spricht aber erstens der Umstand, daß die zur Karbonylgruppe in o-Stellung befindlichen Wasserstoffatome nicht frei zu sein brauchen um die Bildung des Farbstoffes zu ermöglichen, denn die Mesitoylakrylsäure liefert wie bereits oben gezeigt wurde ebenfalls mit Leichtigkeit einen Farbstoff. Zweitens spricht gegen die angenommene Konstitutionsformel das Ergebnis der Oxydation der Farbstoffe. Der aus Benzoylakrylsäure dargestellte Farbstoff liefert nämlich unter der Einwirkung von Kaliumpermanganat in alkalischer oder von Chromsäure in saurer Lösung Benzoesäure[1]), während der aus Toluylakrylsäure dargestellte Terephtalsäure gibt. Die obige Formel aber würde Phtalsäure oder ihre Abkömmlinge erwarten lassen.

Es wäre daher möglich, daß die Kondensation zweier Moleküle der Aroylakrylsäuren nach dem folgenden Schema verläuft:

$$\begin{array}{ll} \text{C}_6\text{H}_5\text{—CO—CH} & \text{OH.CO—CH} \\ \qquad\qquad\qquad \Vert & \qquad\qquad\ \Vert \\ \qquad\qquad\quad \text{CH—COOH} & \qquad\quad \text{CH—CO.C}_6\text{H}_5 \end{array} = 2\,\text{H}_2\text{O} +$$

$$+ \begin{array}{c} \text{CO} \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{—CO—C} \diagup \ \diagdown \text{CH} \\ \text{CH} \diagdown \ \diagup \text{C} \quad \text{CO.C}_6\text{H}_5\,. \\ \text{CO} \end{array}$$

Der aus Benzoylakrylsäure gebildete Farbstoff wäre dann als Dibenzoylbenzochinon aufzufassen, der aus Mesitoylakrylsäure als Dimesitoylbenzochinonon:

[1]) Bewiesen durch Schmelzpunktbestimmung und Umwandlung in Trinitrobenzoesäure.

```
        CH3              CO
       /  \          /  \
      |    |— CO — |    | CH
      |    |        |    |           CH3
 CH3   \  / CH3  CH  \  / C — CO —  /  \
        \/             \/           |    |
                        CO          |    |
                               CH3   \  / CH3
```

Die Oxydation wurde in folgender Art ausgeführt: 1) 1 g des Farbstoffs wurde in 200 g Eisessig suspendiert und zu der siedendenden Mischung allmählich 3 g Chromsäure in 250 $cm^3$ Essigsäure gelöst zugesetzt. Nach weiterem einstündigem Kochen löste sich alles auf und die Chromsäure verschwand. Die Essigsäure wurde nun unter vermindertem Druck abdestilliert und der mit Wasser verdünnte Rückstand mit Äther extrahiert. Der ätherische Rückstand gab nach der Sublimation rein weiße Nadeln, die keine Fluoreszeinreaktion gaben, dafür aber den Schmelzpunkt der Benzoesäure zeigten. Ein ebensolches Resultat wird erhalten, wenn man die Oxydation bei Wasserbadtemperaturen ausführt.

2) Eine bessere Ausbeute an Benzoesäure wurde bei der Oxydation mit Permanganat in alkalischer Lösung erhalten. Das Verfahren war folgendes: 1 g des fein gepulverten Farbstoffs wurde in 500 ccm 5% Kalilauge suspendiert und zu dieser auf dem Wasserbade erwärmten Mischung allmählich 7 g Permanganat in 250 ccm Wasser zugesetzt. Nach 24-stündigem Erhitzen wurde der Überschuß des Permanganats mit Alkohol zersetzt, von abgeschiedenen Mangandioxyd abfiltriert und aus dem Filtrat die Benzoesäure mit Äther isoliert. Erhalten wurden 0·4 g Benzoesäure.

In ganz analoger Weise wurde aus dem aus der Toluylakrylsäure dargestellten Farbstoff Terephtalsäure erhalten.

Für die Ketonnatur der Farbstoffe spricht der Umstand, daß sie leicht mit Anilin unter Bildung von Aniliden reagieren, wobei falls man die bimolekulare Bildungsweise annimmt, Dianilide entstehen.

### Dianilid des Farbstoffs aus Benzoylakrylsäure.

Bei dem Erhitzen von Anilin mit dem Farbstoff ohne Vermittelung eines anderen Lösungsmittels werden unerquickliche Produkte erhalten. Läßt man hingegen die Reaction bei Anwesenheit von Essigsäure eintreten, so erhält man das Dianilid ohne Schwierigkeiten in krystallinischer Gestalt. Ein Teil des Farbstoffs wird

mit 5 Teilen Anilin und 50 Teilen Eisessig 3—4 Stunden lang unter Rückfluß gekocht. Der Farbstoff geht in Lösung und gleichzeitig fangen sich dunkelgrüne glänzende Nadeln des Anilids abzuscheiden. Nach dem Erkalten werden diese abfiltriert und mit Essigsäure, Alkohol und Äther gewaschen. Das Anilid ist in gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln fast unlöslich. Das beste Krystallisationsmittel ist Xylol. Die Lösung in letzterem ist schön violett gefärbt und verursacht im Spektrum zwei Absorptionsbänder. Der Schmelzpunkt ist schwer zu bestimmen, da die Substanz beim Erwärmen leicht sublimiert.

Analyse:

0·176 g Substanz gaben 9·0 cm³ N ($t = 11^0$. $p = 753$ mm).

| | Gefunden | Berechnet für $C_{32}H_{22}N_2O_2$ |
|---|---|---|
| N | 6·04% | 6·02%. |

Das Anilid des Mesitoylakrylsäure-Farbstoffs schmilzt bei 288°.

#### Einwirkung von Alkalien auf den Pechmann'schen Farbstoff.

In wässerigen Alkalien ist der aus Benzoylakrylsäure dargestellte Farbstoff vollkommen unlöslich. In alkoholischem Kalihydrat löst er sich hingegen beim Erwärmen auf, wobei er eigentümlichen Veränderungen unterliegt. Wird z. B. ein Teil des Farbstoffs mit 100 Teilen von mit Kalihydrat gesättigtem absoluten Alkohol zum Kochen erhitzt, so löst sich der Farbstoff auf und aus der gelb-orangen Lösung scheiden sich bald darauf wohl ausgebildete gelbe Nadeln aus. Der Körper scheint ein Kalisalz vorzustellen ist aber derartig vergänglich, daß seine Reindarstellung uns bis jetzt nicht gelungen ist. In Wasser ist er löslich, nicht aber in Alkohol. Wir versuchten ihn zu alkylieren sowie auch nach Baumann-Schotten zu benzoylieren, aber ohne Erfolg. Mit Essigsäure oder Essigsäureanhydrid erhitzt regeneriert der Körper den ursprünglichen Farbstoff; freiwillige Oxydation an der Luft verursacht dasselbe Resultat.

Interessant ist auch die:

#### Einwirkung von Brom auf den Pechmann'schen Farbstoff.

Wird die Suspension des Farbstoffs in Chloroform mit Brom in der Kälte behandelt, so geht er allmählich ganz in Lösung. Nach

dem freiwilligen Verdunsten der Lösung an der Luft hinterbleibt eine weiße krystallinische Masse, die unlöslich in Äther, Alkohol und sogar siedendem Eisessig ist. In Benzol ist sie mit gelb-grüner Farbe löslich, welche wohl auf Verunreinigungen zurückzuführen ist. Beim Verdunsten des Benzols erhält man silberweiße Schuppen, die bei 168⁰ schmelzen, dabei in einen rothen Farbstoff übergehend, dessen spektroskopische Eigenschaften identisch sind mit denen des Pechmann'schen Farbstoffs. Leider hatten wir nur sehr wenig von diesem Körper zur Verfügung und war daher eine genauere Untersuchung desselben ausgeschlossen. Wir hoffen jedoch auf diesen Punkt noch zurückkommen zu können.

Ohne daß wir der Bildung des Anilids oder dem Verhalten Alkalien und Brom gegenüber die Bedeutung von Beweisen für die oben, mit allem Vorbehalt vorgeschlagene Formel für die Pechmann'schen Farbstoffe zuschreiben zu wollen, glauben wir doch diese Reaktion als im Einklang mit den genannten Formeln stehend betrachten zu können.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß die oben angegebene Formulierung des Kondensationsvorganges zweier Benzoylakrylsäuremoleküle mit den sterischen Verhältnissen dieser Säure zu vereinbaren ist. Die gedachte Kondensierungsart wird natürlich besonders leicht nur dann zustande kommen wenn die Benzoylakrylsäure als Trans- und nicht Cis-Säure aufzufassen ist:

$$\begin{array}{l} C_6H_5 - CO - CH \\ \qquad\qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\qquad\quad CH - COOH \end{array}$$

und für die Transkonfiguration sprechen noch andere Gründe.

Wie bereits gezeigt wurde, bildet die Benzoylakrylsäure ein Phenylhydrazon und nicht das entsprechende Anhydrid:

$$\begin{array}{l} C_6H_5 - C - CH \\ \qquad\quad\ \ \| \qquad \| \\ \qquad\quad\ \ N \quad CH - COOH \\ \qquad\quad\ \ | \\ C_6H_5 - NH \end{array}$$

und doch war die Bildung eines Anhydrids sehr wahrscheinlich, in Anbetracht des Umstandes daß das Benzoylpropionsäurephenylhydrazon mit Leichtigkeit ein Anhydrid liefert. Die Annahme, daß die Benzoylakrylsäure zur Transreihe gehört, erklärt dann auch leicht das

Mißlingen der Darstellung eines Phenylpyridazons aus dem Hydrazon der Benzoylakrylsäure:

```
      C6 H5                                 C6 H5
        |                                     |
        C                                     C
      //  \                                 //  \
    N      CH                 — H2 O =    N      CH
    |      ||                             |      ||
   NH2     CH — COOH                     NH      CH
                                            \   /
                                              CO
```

welche vergebens von Gabriel und Collmann[1]) angestrebt wurde.

Sobald wir in der Lage sind größere Mengen des kostbaren Materials zu verschaffen, werden wir trachten der Frage nach der Konstitution der Pechmann'schen Farbstoffe noch näher treten zu können. Die von uns diskutierte Formel könnte sofort als unzulänglich betrachtet werden, wenn es gelänge zu beweisen, daß Aroylakrylsäuren vom Typus:

$$R.CO - CR_1 : CR_2 . COOH \text{ oder } R.CO.CR_1 : CH.COOH$$

auch imstande sind Farbstoffe zu liefern, aber unsere diesbezügliche Bestrebungen sind bis jetzt an dem Umstand gescheitert, daß substituierte Maleinsäureanhydride mit aromatischen Kohlenwasserstoffen nur äußerst schwierig reagieren. Einige scheinen überhaupt nicht in Reaktion gehen zu wollen, so z. B. das Diphenylmaleinsäureanhydrid. Citrakonsäureanhydrid und Methyl-propyl-Maleinsäureanhydrid geben nur äußerst schlechte Ausbeuten. Benzoylkrotonsäure soll nach v. Pechmann mit Essigsäureanhydrid Farbstoffe liefern, aber es fragt sich noch ob dabei ein analoger Körper wie aus Benzoylakrylsäure entsteht oder nur amorphe braune Substanzen deren Natur und Eigenschaften völlig verschieden von denen der hier besprochenen Farbstoffe sind.

### Spektroskopische Eigenschaften der Pechmann'schen Farbstoffe.

Die Farbstoffe lösen sich am besten in Xylol und die Lösungen besitzen schöne Fluoreszenz. Die Farbe derselben erinnert an die des Eosins; die am meisten gelbstichige Lösung liefert der aus

[1]) Ber. **32**, 395 (1899).

Mesitoylakrylsäure dargestellte. Mit Ausnahme dieses letzteren verursachen sämtliche Farbstoffe im Spektrum zwei Bänder, deren Lage in den verschiedenen Fällen durch die folgenden Wellenlängen charakterisiert sind:

1) Benzoylakrylsäurefarbstoff:

| | | |
|---|---|---|
| Band | I | $\lambda$ 542 — $\lambda$ 530 |
| „ | II | $\lambda$ 510 — $\lambda$ 484 |

2) Tolouylakrylsäurefarbstoff:

| | | |
|---|---|---|
| Band | I | $\lambda$ 560 — $\lambda$ 542 |
| „ | II | $\lambda$ 517 — $\lambda$ 501 |

3) Xyloylakrylsäurefarbstoff:

| | | |
|---|---|---|
| Band | I | $\lambda$ 557 — $\lambda$ 542 |
| „ | II | $\lambda$ 517 — $\lambda$ 499 |

4) Phenetoylakrylsäurefarbstoff:

| | | |
|---|---|---|
| Band | I | $\lambda$ 585 — $\lambda$ 562 |
| „ | II | $\lambda$ 537 — $\lambda$ 521. |

Die Lage der Bänder der drei ersten Farbstoffe unterscheidet sich nur wenig voneinander. Die Bänder des letzten sind verhältnismäßig am meisten nach Rot hin verschoben.

---

10. MM. A. KORCZYŃSKI et L. MARCHLEWSKI m. t. **Studya nad składnikami korzeni Datisca Cannabina. Część I.** ***(Studies on Datisca Cannabina root colouring matters; I.).*** *(Études sur les substances des racines de Datisca Cannabina, I-ère partie).* Mémoire présenté à la séance du 8 Janvier 1906.

Some time ago one of us and E. Schunck described results obtained in studying the colouring principle of Datisca Cannabina roots employed in India for dyeing silk. We had several samples of these roots, one of them was sent to Dr. Schunck by Mr. Dyer, director of the botanical Gardens at Kew, and this sample was at that time the object of our researches, the results of which were described in Liebigs Annalen **277,** p. 261. We isolated a rhamnoside to which we gave the formula $C_{21}H_{24}O_{11} + H_2O$ and which by hydrolytic agents split up into rhamnose and a body $C_{15}H_{12}O_6$.

which melted at 237⁰ and which might have possibly represented a bioxy-bimethoxyxanthon. Besides this sample of roots we had yet two others in much smaller quantities of unknown origin; a thorough examination of these smaller samples was impossible but we had found in one of them a substance that differed materially from the one mentioned before; after being treated with acids it gave a sugar which contrary to our expectations did ferment in the impure state with yeast, viz. could not be identical with rhamnose. Thanks to the kindness of J. H. Burckhill Esq. of the Indian Museum of Calcutta we were in the position to examin samples of Datisca Cannabina roots collected in the Punjab.

The roots were worked up in the following manner. They were extracted with boiling alcohol and the extract evaporated to dryness. The resinous mass obtained was next treated with boiling water which dissolved a large portion of the residue leaving a brown resinous mass undisolved; this latter could be separated easily by decantation from the aqueous solution. The aqueous solution gave after some hours standing a yellowish white voluminous precipitate which was filtered off, washed with water and recrystallized once more from boiling water. The crytals obtained were next dissolved in a very small quantity of alcohol and a large quantity of ether added. After 24 hours from this solution very pure crystals were deposited, which after renewed crystallisation from boiling water and drying in a desicator at ordinary temperature melted at 190⁰. The melting point was not influenced by further crystallisations.

The second mother liquor which was coloured more or less strongly brownish was mixed with ether, which produced a white precipitate. The latter purified in the manner described by crystallizing from a mixture of alcohol and ether gave a white crystallized product identical with the former one. The substance isolated represents undoubtedly a glucoside like body, which under the treatment of hydrolizing agents splits up into a substance difficultly soluble in water and a sugar like body which will be examined thoroughly later on.

Our attention was drawn first of all to the insoluble desintegration product which possesses properties akin but not identical to those shown by the product studied by one of us with Schunck. The purification of this substance was carried out as follows:

The raw product was recrystallized several times from boiling

acetic acid and as soon as the mother liquor showed only a very faint brownish tint, the crystallisation was carried on using dilute alcohol and repeated as often as the product obtained still gave traces of alkyliodide in the apparatus of Zeisel. The final product represented very pale yellow fine needles which melted very much higher than the product studied by Schunck and one of us, namely at 268—269°. In other respects it does not differ very much from the substance studied formerly. It dissolves easily in caustic alkalies with a yellow colour, organic solvents take it up comparatively easily. In conc. sulphuric acid it dissolves with a pale yellow colour and the solution shows a pale greenish fluorescenz. Fehlings solution is not reduced by it, but its colour turns greenish, silver nitrate in ammoniacal solution is reduced by it at the boil.

The composition corresponds to the formula $C_{15}H_{10}O_6$ and not to $C_{15}H_{12}O_6$ and the body may be identical with datiscetin isolated by Stenhouse. Quite pure samples do not contain alkyloxygroups, whereas the less thoroughly purified samples do, as stated above, contain them, in one case we found as much as 0·8%. The substance studied by Schunck and one of us contained a large amount of alkyloxygroups and this fact amongst others led at that time to the supposition that the colouring principle of Datisca cannabina is a methoxyxanthonderivative. In the light of our present researches the roots contain at least two colouring matters in varying quatities, one melting at 237°, and another melting at 268—269° of the formula $C_{15}H_{10}O_6$, which ought to be called in accordance with the proposal of Stenhouse datiscetin. In the samples at present at our disposal the alkyloxygroups containing body is undoubtedly also present, as proved by the fact that not quite pure datiscetin samples yield small quantities of alkyliodide when treated with hydroiodic acid. Whether the quantities of this alkylated substance in our present raw material will be sufficiently large to enable its isolation we cannot say at present; we shall endeavour to get hold of it.

The analysis of datiscetin gave the following results:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 0·2000 | g | gave | 0·4604 | g | $CO_2$ | and | 0·0662 g $H_2O$ |
| 2) | 0·2028 | „ | „ | 0·4670 | „ | „ | „ | 0·0644 „ „ |
| 3) | 0·2048 | „ | „ | 0·4709 | „ | „ | „ | 0·0644 „ „ |
| 4) | 0·2030 | „ | „ | 0·4678 | „ | „ | „ | 0·0648 „ „ |
| 5) | 0·2038 | „ | „ | 0·4694 | „ | „ | „ | 0·0674 „ „ |

corresponding to:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1) | $62{\cdot}78\,\%$ C | and | $3{\cdot}62\,\%$ H |
| | 2) | $62{\cdot}80\,\%$ „ | „ | $3{\cdot}52\,\%$ „ |
| | 3) | $62{\cdot}71\,\%$ „ | „ | $3{\cdot}49\,\%$ „ |
| | 4) | $62{\cdot}84\,\%$ „ | „ | $3{\cdot}53\,\%$ „ |
| | 5) | $62{\cdot}82\,\%$ „ | „ | $3{\cdot}67\,\%$ „ |
| middle | | $62{\cdot}79\,\%$ C | | $3{\cdot}57\,\%$ H |

whereas theoretically for the formula $C_{15}\,H_{10}\,O_6$ the following values are expected: $62{\cdot}93\,\%$ C and $3{\cdot}49\,\%$ H.

### Tetra-Acetyldatiscetin.

The attempt to convert datiscetin into an acetylderivative succeeded easily applying Liebermanns method. The solution containing an excess of anhydrous acetic acid was treated first with a sufficient amount of alcohol to decompose the former and poured into a large quantity of water. A resinous mass remained undissolved which after several days solidified into an amorphous brittle substance. The purification of the crude product was attained by several crystallisations from ether. Quite white needles were thus obtained which melted at 138°. The analysis show that a tetracetylderivative was obtained.

1) 0·1830 g gave 0·4088 g $CO_2$ and 0·0660 g $H_2O$
2) 0·1812 „ „ 0·4050 „ „ „ 0·0676 „ „

corresponding to:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1) | $60{\cdot}92\,\%$ C | and | $4{\cdot}03\,\%$ H |
| | 2) | $60{\cdot}96\,\%$ „ | „ | $4{\cdot}17\,\%$ „ |
| middle | | $60{\cdot}94\,\%$ C | | $4{\cdot}10\,\%$ H |

whereas the formula $C_{15}\,H_6\,O_6\,(COCH_3)_4$ requires:

C : $60{\cdot}79\,\%$
H : $3{\cdot}96\,\%$

The estimation of the acetylgroups contained in acetyldatiscetin did not give satisfactory results on account of datiscetin being itself attacked by the prolonged action of even comparatively dilute alkalies. It was therefore desirable to get additional proofs for the assumption that datiscetin contains four hydroxylgroups; to this end we prepared the corresponding benzoylderivative.

**Tetra-Benzoyldatiscetin.**

Baumanns method of introducing benzoylgroups into hydroxylated substances applied to datiscetin did not give satisfactory results. The reaction between datiscetin and benzoylchloride takes however place very readily in the presence of pyridine.

5 g of datiscetin were dissolved in 50 g of pyridine and to this solution 12·3 g of benzoylchloride were added in small quantities; a rise of the temperature was stopped by cooling the vesel with water. The originally brown solution turned gradually reddish brown and pyridine hydrochloride was formed in large quantities. After 24 hours standing at ordinary temperature, the mixture was poured into diluted sulphuric acid and after the lapse of two days the sediment produced filtered off, washed with water and dryed in a desicator. The benzoylation product was finally crystallized several times from boiling diluted aceton. It represents white needles, melting at 190—191°, difficultly solubly in acetic acid, alcohol and ether. The results of three analysis point to tetrabenzoyldatiscetin:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) 0·1886 g | gave | 0·5078 g | $CO_2$ | and | 0·0665 g | $H_2O$ |
| 2) 0·1799 „ | „ | 0·4831 „ | „ | „ | 0·0630 „ | „ |
| 3) 0·1880 „ | „ | 0·5055 „ | „ | „ | 0·0647 „ | „ |

corresponding to:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1) | 73·43% C | and | 3·94% H |
| | 2) | 73·24% „ | „ | 3·91% „ |
| | 3) | 73·33% „ | „ | 3·85% „ |
| middle | | 73·33% C | | 3·90% H |

The formula $C_{15}H_6O_6(COC_6H_5)_4$ requires:

C : 73·48%
H : 3·73%.

It seems therefore quite certain that datiscetin contains four hydroxylgroups. It is isomeric with luteolin and fisetin and is probably a flavon or flavonol derivative. The investigation of its constitution must be based on the study of its decomposition products under the influence of alkalies at elevated temperatures. Up to now the results obtained are however unsatisfactory; we isolated only phenol and salicylic acid and it is therefore for the present impossible to get a clear view of the constitution of datiscetin.

Thanks to the kindness of Mr. D. Hooper. officiating Reporter on Economic Products to the Government of India we are in the position to continue our researches of the constituents of Datisca Cannabina roots having obtained a new supply of the raw material and we hope to be able to return to this subject in the near future.

---

11. M. HUGO ZAPAŁOWICZ m. c. **Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część V.** *(Revue critique de la flore de Galicie. V. partie).*

L'auteur traite dans cette partie la famille des *Liliaceae*, et donne une description d'une quantité des nouvelles variations et formes et en outre de deux nouvelles espèces suivantes:

*Muscari pocuticum* m. (n. p.).

Bulbus oblongo oviformis, subparvus, 1·5—1·7 cm longus. ad 1 cm latus. vel paululo ultra, tunicae externae fuscae, internae albo rubicunduae; caulis 20—27 cm altus. tenuis. 2—4 folius; folia linearia, 2·5—5 mm lata, apice acutato contracta et ipso apice obtusiuscula, a medio vel superius versus basin longe angustata. multinervia. nervis prominulis, plana vel planiuscula, inferne canaliculata, subflaccida. subarcuatim adscendentia vel fere erecta. basin racemi attingentia, vel paulo breviora; racemus subdensus, 10—25 florus, 1·5—3 cm longus. circiter 1 cm latus; flores amoene coerulei, non pruinosi. nutantes. post anthesin erecto patentes; perigonia 4—4·5 mm longa[1]. plus minus 2·5 mm lata. apice constricta. ovato oblongo-vel oblongo-urceolata; dentes perigonii parvi, ad 0·5 mm longi, albi, obtusi, apice reflexi. tres basi 1 mm lati, fere semiorbiculati, tribus alteris. fere dimidio angustioribus. alternantes; filamenta ad 1 mm longa, e basi, latiore quam in praecedente (M. neglecto Guss.). subulata, manifeste biseriata. superiora medio perigonio, inferiora ad 1 mm remota, fere $^1/_4$ perigonii inserta; flores supremi steriles, pauci, minores; pedicelli floribus breviores. 1·5—3 mm longi et, ut in plurimis aliis speciebus. cum apice caulis coerulei; bracteae minimae. membranaceae, albidae vel partim dilute coeruleae, minore ex parte emarginatae vel bipartitae; capsula?... (videtur parva, praematura 2 mm longa, triquetro globosa, valvis orbiculatis, in duabus capsulis apice cordatis, in una capsula apice rotundatis).

[1]) Perigonia sicca 3·5—4 mm, in aqua praeparata 4—4·5 mm longa.

In Horodnica, districtu Horodenka Galiciae australi orientalis, a Śleńdziński, 15. V. 1880, lectum et M. botryoidi subjunctum.

A M. racemoso Mill. caule tenuiore, foliis latioribus, eis M. botryoidis Mill. similibus, floribus dilutioribus et non pruinosis; a M. botryoide forma florum etc. valde recedit.

*Tulipa bessarabica* m. (n. sp.).

Gracilis, glaberrima, parviflora; bulbus vix 1·5 cm latus, tunicae fuscae, superne productae, etiam apice semper videtur glabrae; caulis 20—25 cm altus, tenuis, inferne arcuatus, uniflorus, bifolius; folia supra medium caulem disposita, florem erectum multo superantia, linearia, 6—13 mm lata, plana, erecta, apice acuta vel acutiuscula; perigonii phylla 17—21 mm longa, anguste lanceolata, circiter 3·5 mm lata, versus apicem attenuata, ipso apice obtusiuscula, interiora apice pilosiuscula, vel plerumque omnia apice glabra; phylla exteriora viridulo subpurpurea (virescentia et paulo purpureo violaceo tincta), interiora paulo breviora, albo flavescentia, basi parce ciliata; stamina ad 13 mm longa, fere $^2/_3$ perigonii aequantia, antherae flavae, ad 7 mm longae, filamentis, basi barbatis, longiores vel subaequales.

In Delakeu ad flumen Tyram (Dniestr) in Bessarabia a Paczoski lecta et T. silvestri L. subjuncta.

A T. Biebersteiniana Roem. et Schult. colore florum, staminibus multo longioribus, a T. biflora L. caule unifloro, phyllis perigonii angustioribus, ab ambabus antheris longissimis, tunicis glabris etc. optime differt. A T. silvestri L. flore parvo, foliis supra medium caulem dispositis etc. valde recedit.

---

12. M. ST. NIEMENTOWSKI m. c. **O azoacetanilidzie.** ***(Über o-Azoacetanilid).*** (*Sur l'orthoazoacétanilide*).

Aus Anlaß der im Julihefte der Berichte veröffentlichten Abhandlung von Willstätter und Pfannenstiel: „Über die Oxydation des o-Phenylendiamins" [1]), in welcher das o-Azoacetanilid beschrieben wurde, sollen an dieser Stelle meine aus dem J. 1896 stammenden Beobachtungen, welche eine andere Bildungsweise desselben Körpers befreffen, erwähnt werden.

[1]) Richard Willstätter und Adolf Pfannenstiel: Ber. d. chem. Gesellschft **38.** 2348. [1905].

In der Absicht, eine allgemeine Darstellungsweise der von mir früher entdeckten Oxanhydrobasen auf Grund der Reduktion der o-nitrierten Acidylamine auszuarbeiten, studierte ich die Einwirkung von Zinkstaub auf essigsaure Lösungen des o-Nitroacetanilids und fand dabei neben anderen z. B. Azoxykörpern, auch das neuerdings von den genannten Autoren beschriebene o-Azoacetanilid:

$$2\, C_6H_4 \begin{matrix} NH.COCH_3 \\ NO_2 \end{matrix} + 4\, H_2 =$$

$$4\, H_2O + C_6H_4 \begin{matrix} NH.COCH_3 \\ N \end{matrix} = \begin{matrix} CH_3.CO.NH \\ N \end{matrix} C_6H_4$$

Die Ausbeute beträgt bis 10% vom angewandten Ausgangsmaterial. Die Eigenschaften stimmen mit den Angaben von Willstätter und Pfannenstiel überein.

Lwów im Januar 1906.
Technische Hochschule. Laboratorium für allgemeine Chemie.

---

13. M. WILHELM FRIEDBERG. **Zagłębie mioceńskie Rzeszowa, część II.** ***(Das miocäne Becken von Rzeszów, II Teil).*** (*Sur le bassin miocénique de Rzeszów, II partie*). Mémoire présenté par M. J. Niedźwiecki m. t.

Im Jahre 1903 habe ich die Resultate meiner Studien über das Miocän von Rzeszów veröffentlicht[1]). Schon damals war es mir klar, daß das paläontologische Material, welches mir zu Gebote stand, noch mangelhaft ist und daß mit der Zeit noch weitere Arten hinzukommen werden. In der Tat habe ich später noch viele andere Formen gesammelt und aus dem Grund erscheint mir eine Ergänzung der früheren Arbeit notwendig um so mehr, da ich bei der Bestimmung des neuen Materials auch eine Revision des früheren vorgenommen habe. In geologischer Hinsicht ist fast keine neue Beobachtung zu nennen, es sollen nur die Resultate der Boh-

[1]) „Zagłebie mioceńskie Rzeszowa“. Rozprawy Wydziału matem.-przyrodn. Akademii Umiejętności w Krakowie, tom 53. serya B. Kraków 1903. Deutscher Auszug in Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, classe des sciences mathem. et naturelles. Cracovie 1903.

rungen angegeben werden, welche man bei technischen Studien über die künftige städtische Wasserleitung vorgenommen hat.

Die Resultate der Bohrungen. Die Bohrlöcher (in allgemeinen wenig tief, 20—30 m) sind fast alle auf das Terrain des miocänen Beckens verteilt. Man kann ihre Lage aus der schematischen Karte ersehen, welche dem polnischen Texte beigegeben ist; die Ziffern bei den kleinen Kreischen bezeichnen die Bohrlöcher, die erste Zahl in Klammern gibt die absolute Höhe der Bohröffnung, die zweite, dabei stehende die absolute Höhe des Miocäns an.

Das Bohrloch Nr. 1 in Niechobrz (südlich vom Dorfe oberhalb des Punktes 250 im Bache, welcher weiter unten durch Boguchwała fließt), in der Höhe von 287 m angelegt, erreichte die miocänen Tone schon in der Tiefe von 8·5 m; über diesen war eine 3 m mächtige Schicht von Glaziallehm mit nordischen Geschieben gelagert.

Das Bohrloch Nr. 7 in Słocina war 18·77 m tief, es wurden 10 m mächtige Flußbildungen durchteuft, bis man auf miocänen Ton stieß; mit gleichem Resultate bohrte man bei den Nummern 10 und 9, welche, wie dies aus der Karte zu ersehen ist, in der Nähe liegen.

Das Bohrloch Nr. 8 in Kielanówka, nordwestlich von Rzeszów, traf schon in 1·5 m Glazialbildungen (Ton mit Geschieben, 2·15 m mächtig), darunter, also schon in der geringen Tiefe von 3·5 m, Miocänton, welcher nur bis zur Tiefe von 9·55 m angebohrt wurde. Die Bohrung Nr. 14 in Krasne (östlich von Rzeszów), am Fuße der Diluvialterasse angelegt, durchfuhr 13·50 m mächtige, rasch wechselnde Alluvialsande, Tone und Schotter, ehe sie Miocänbildungen traf.

Weitere Bohrlöcher liegen nordöstlich von Rzeszów, zwischen Nowa Wieś, Jasionka, Zaczernie und Głogów. Sie sind deshalb von Bedeutung, weil sie Anhaltspunkte dafür bieten, daß schon in einer Tiefe von 10—20 m hier überall Miocäntone auftreten, welche ich theoretisch in größerer Tiefe zu finden glaubte und welche einen Übergang zwischen dem Miocän des Beckens von Rzeszów und dem Tegel von Krakowiec bilden. Die Verbindung zwischen der Bucht von Rzeszów und dem offenen Miocänmeere war größer, als ich es auf meiner Karte (siehe die Karte im poln. Text der früheren Arbeit) angedeutet habe, etwa von Świlcza bis Słocina. Die

Tiefe, in welcher das Miocän angebohrt wurde, sowie auch die Mächtigkeit der Glazialbildungen sind aus dem Kärtchen ersichtlich. Die speziellen Profile werden im polnischen Texte eingehend behandelt. Aus diesen ergibt sich, daß das Aufeinanderfolgen der Sande und Schotter ganz regellos ist, so daß infolgedessen zwischen keinem der Profile ein diesbezüglicher Zusammenhang besteht. Das rasche Auskeilen von Schotterlagen in Glazialbildungen ist übrigens ganz selbstverständlich.

Einige Bohrlöcher, welche in der Nähe von Flüssen angelegt wurden, zeigen mächtige Flußalluvien, manchmal fehlen Glazialbildungen ganz, da sie durch den Fluß ganz weggeschwemmt worden sind (Nr. 12). Bei anderen wie Nr. 13, 17, 20 liegen über Glazialbildungen Flußsande, Tone und Schotter (bei Nr. 13 bis 14 m tief), woraus man schließen kann, daß manche kleinere Flüsse wie Czarna, Golebka schon in jungdiluvialer Zeit bestanden.

Die Resultate der Bohrungen sind folgend. Die obere Grenze des Miocäns wird gegen Rzeszów immer niedriger und steigt von dieser Stadt in allen Richtungen auf; das von mir gedeutete bekkenartige Relief des Miocäns wird deutlich erkennbar. Obwohl jetzt das ganze Becken gegen Osten offen ist infolge der Erosion und Denudation durch den Wisłok und der einmündenden Bäche, so senkt sich die Oberfläche des Miocäns immer mehr, wenn wir vom Bohrloche 15 gegen Westen fortschreiten. Was die hiesigen Glazialbildungen anbelangt, sind wir auf Grund der vorgenommenen Bohrungen zu dem Schluß gelangt, daß ihre Mächtigkeit 10—20 m beträgt, gegen Süden sich verringert, gegen Norden aber zunimmt. Es unterliegt indessen keinem Zweifel, daß die Stärke der Schichten auch im Norden nicht so bedeutend ist, als man annehmen könnte. Die südlichst vorgenommene Bohrung in Niechobrz durchfuhr bloß 3 m mächtigen Glaziallehm, welcher hier schon am Nordabhange der Karpaten in der Höhe von 284 m liegt.

Paläontologischer Teil. Wie gesagt wurde, habe ich außer neuem Material auch noch früher gesammelte Fossilien revidiert. Es wird vielleicht besser sein, wenn ich anstatt nur neu gefundene Gattungen anzuführen, auch noch die früheren Angaben wiederhole, also eine neue, revidierte Fossilienlisten gebe. Was die angegebenen Lokalitäten anbelangt, verweise ich auf die geologische Karte, welche dem polnischen Texte meiner früheren Arbeit beigegeben ist.

P o b i t n o (Ton):

*Cerithium deforme* Eichw.
„ *bidentatum* Defr.
„ *Eichwaldi* R. Hörn. u. Auing.
„ *nodoso-plicatum* (leg. Niedźwiecki).
*Turritella Rabae* Niedźw.
„ *pythagoraica* Hilb.
*Trochus affinis* Eichw.
*Trochus patulus* Brocc.
*Ancillaria glandiformis* Lam.
*Neritina picta* Fer.
*Dentalium novemcostatum* Lam.
*Natica millepunctata* Lam.
*Corbula gibba* Olivi.
*Arca diluvii* Lam.
*Pectunculus pilosus* L.
*Ostrea digitalina* Dub.

dann *Pecten sp.* Haifischzähne und Blattabdrücke.

N o c k o w a (Ton und Sand):

*Cerithium nodoso-plicatum* M. Hörn.
„ *Schaueri* Hilb.
„ *mediterraneum* Desh.
„ *bidentatum* Defr.
„ *Eichwaldi* R. Hörn. u. Auing.
*Turritella Rabae* Niedźw.
„ *subangulata* Brocc. (?)
*Trochus angulatus* Echw.
*Natica millepunctata* Lam.
*Cylichna Lajonkajreana* Bast.
*Hydrobia immutata* Fraunf.
„ *stagnalis* Bast
*Dentalium Bouei* Desh.
*Venus aff. clathrata* Duj.
*Corbula gibba* Olivi.
*Ervilia pusilla* Phil.
„ *trigonula* Sok. (?)
„ *podolica* Eichw. *var. infrasarmatica* Sek.
*Cardita aff rudista* Lam.
*Arca turonica* Duj. (?)
„ *diluvii* Lam.
*Pectunculus pilosus* L.
*Pecten elegans* Adrz.
*Ostrea digitalina* Dub.

N i e c h o b r z (Lithothamnien Kalkstein):

*Tapes an Basteroti* May.
*Venus umbonaria* Lam.
*Pectunculus pilosus* L.
*Lima squamosa* L.
*Pecten latissimus* Br.
*Pecten sp.* (3 verschied. unbestimmb. Spez.).
*Ostrea plicatula* Gmel.
„ *crassicostata* Lam.
*Spondylus crassicosta* Lam.
*Echinolampas. sp. ign.*

B a b i c a, T o n, S a n d und K o n g l o m e r a t:

*Turritella Rabae* Niedź.
*Trochus patulus* Broc.
*Trochus angulatus* Eichw.
*Ditrypa cornea* L.

*Panopaea Menardi* Desh.
*Venus sp.*
*Cytherea sp.*
*Tapes an vetula* Bast.
*Cardium praeechinatum* Hilb. (?)
*Pecten elegans.* Andrz.
„ *Besseri* Andrz.
„ *cf. Besseri* Andrz.
„ *cf. Niedźwiedzkii* Hilb.
*Ostrea digitalina* Dub.

L i t h o t h a m n i e n k a l k s t e i n [1]). Der hiesige kleinkörnige Kalkstein ergab sehr viele Arten, nach unbestimmbaren Bruchstükken schließend kann die Fossilienliste noch vermehrt werden.

*Cerithium deforme* Eichw.
„ *minutum* Ser.
*Turritella Rabae* Niedź.
*Trochus patulus* Brocc.
„ *angulatus* Eichw.
„ *affinis* Eichw.
„ *podolicus* Dub. *var.*
„ *turricola* Eichw.
„ *biangulatus* Eichw.
„ *sp. ign.*
*Clanculus Araonis* Bast.
*Conus Brezinae* R. Hörn. u. Aning.
*Murex sp. ign.*
*Columbella scripla* Bell.
*Natica millepunctata* Lam.
*Fissurella graeca* L.
„ *italica* Defr.
*Valvata piscinalis* Müll.
*Hydrobia Partschi* Framf.
*Planorbis sp. ign.*
*Vermetus intortus* Lam.
*Ditrypa cornea* L.
*Lithodomus lithophagus* L.
*Ervilia pusilla* Phil.
*Corbula gibba* Olivi
*Psammobia sp. ign. an affinis* Duj.
*Venus sp.*
„ *multilamella* Lam.
„ *cf. clathrata* Duj.
*Lucina sp. ign.*
*Cardita scalaris* Sow.
„ *rudista* Lam.
*Lutraria* (?)
*Chama cf. gryphoides* L.
*Arca barbata* L.
„ *cf. lactea* L.
*Modiola cf. marginata* Eichw.
*Lima squamosa* L.
*Pecten Besseri* Andrz.
„ *sp. ign. an Malvinae*
„ *Lenzi* Hilb.
„ *gloria maris* Dub.
„ *sp. ign.*
*Krebsscheren* (2 Ex. 1 fast vollkommen erhalten).
*Serpula sp.*

Einige von den neu gefundenen Spezies, wie *Arca barbata* L. *Venus cf. clathrata* Duj., *Modiola cf. marginata* Eichw. sind sogar, als häufig zu bezeichnen.

[1]) In der früheren Arbeit habe ich den Aufschluß als im Dorfe Lutorysz liegend bezeichnet, tatsächlich liegt er noch im Bereiche der Gemeinde Babica.

Przylasek:

*Panopaea Menardi* Desh.
*Venus sp.*
*Lucina borealis* L.
*Cardita scalaris* Sow.
*Cardium praeechinatum* Hilb.
*Pectunculus pilosus* L.
*Pecten sp.*
*Ostrea digitalina* Dub.
„ *cochlear* Poli (?)
*Lamna sp. ign.* Seeigel.

Zgłobień:

*Cerithium deforme* Eichw.
*Natica millepuncta* Lam.
*Buccinum (Nassa) laevissimum* Brus.
*Hydrobia stagnalis Bast.*
*Ostrea sp.*

Wenn wir also Arten, die nicht genau zu bestimmen sind, unberücksichtigt lassen, so erhalten wir aus dem Miocän von Rzeszów 64 Spezies; mit dieser Fauna kann man schon eine ganz genaue Parallelisierung vornehmen. Vergleichen wir also die Fauna von Rzeszów mit der Fauna von Ostgalizien und speziell mit den bekannten, fossilienreichen Vorkommnissen von Olesko, Podhorce, Jasionów Holubica. Von den 64 Arten aus Rzeszów finden sich dort folgende nicht:

*Cerithium nodoso-plicatum* M. Hörn.
*Conus Brezinae* R. Hörn u. Auing.
*Turritella Rabae* Niedźw.
*Ancillaria glandiformis* Lam.
*Trochus podolicus* Eichw.
„ *affinis* Eichw.
„ *biangulatus* Eichw.
*Nassa laevissimum* Brus.
*Fissurella italica* Defr.
*Ditrypa cornea* L.
*Dentalium novemcostatum* Lam.
*Lima squamosa* L.
*Venus multilamella* Lam.
„ *umbonaria* Lam.
*Ervilia podolica var. infrasarmatica* Sok.
*Cardita scalaris* Sow.
*Lithodomus lithophagus* L.
*Pecten latissimus* Br.
„ *Lenzi* Hilb.
*Ostrea cochlear* Poli.
„ *plicatula* Gmel.
„ *crassicostata* Sow.
*Spondylus crassicosta* Lam.

Wir sehen also, daß 23 Arten aus Rzeszów in der Fauna dieser außerordentlich reichen Lokalitäten nicht vertreten sind, aber dieser Unterschied hat seinen Grund darin, daß die Miocänfauna von Rzeszów Ablagerungen verschiedener Facies entspricht (Sande

Konglomerate, Lithothamnienkalke), wir aber zum Vergleiche eine zwar reiche, aber nur aus Sanden stammende Fauna gewählt haben.

Wenn wir jedoch die Fauna des ganzen Miocäns von Ostgalizien (Podolien und die Umgegend vom Lemberg) zum Vergleiche heranziehen, so vermissen wir dort nur wenige Arten von Rzeszów und zwar:

*Turritella Rabae* Niedźw. *Ostrea plicatula* Gmel.
*Dentalium novemcostatum* Lam. „ *crassicostata* Sow.
*Venus multilamella* Lam.

Diese 5 Spezies sind im Wiener-Becken bekannt [1]) und sie können als Beweis dafür dienen, daß das Miocän von Westgalizien im Vergleich mit dem ostgalizischen manche Verschiedenheiten aufweist.

Einen anderen faunistischen Unterschied müssen wir darin erblicken, daß manche Arten, die im Miocän von Rzeszów häufig sind, in Ostgalizien seltener werden. Zu diesen würde ich *Cardita scalaris* Sow., *Pecten latissimus* Brocc. und *Ditrypa cornea* L. zählen. Die erste ist nur aus Lemberg, Szczerzec und Glińsko bekannt, die zweite, im Lithothamnienkalke von Niechobrz sehr häufig vorkommende ist zwar aus einigen Lokalitäten Ostgaliziens bekannt (Pustomyty, Mogielnica, Brzeżany), kommt aber sehr selten vor. Auch *Ditrypa cornea* L. ist in Rzeszów, wie überhaupt in Westgalizien häufig, dagegen aus Ostgalizien nur aus Makutra bei Brody (nach Uhlig) und aus der Gegend von Lemberg (M. Łomnicki) bekannt.

Jedenfalls aber sind beide Bildungen (bei Rzeszów und in Ostgalizien), was das Alter anbelangt, besonders deshalb identisch, weil wir Teisseyre zufolge alle marinen Miocänbildungen Podoliens (mit Ausnahme der Schichten von Baranów) für zeitlich äquivalent betrachten müssen, und weil es zwischen ihnen hauptsächlich nur bathymetrische und chorologische Unterschiede gibt. Daß die bathymetrischen Verhältnisse für die Gegend von Rzeszów anders als für Ostgalizien waren, wurde schon von mehreren Autoren angedeutet, das miocäne Meer war nämlich in Ostgalizien breit und wenig tief, das westgalizische schmäler, aber sehr oft tiefer. In der Gegend von Rzeszów waren an einigen Stellen die Ufer felsig, das Meer vertiefte sich rasch, die Brandung war deshalb energisch

[1]) Eigentlich ist *Turritella Rabae* Niedź. nur aus Westgalizien bekannt, aus dem Miocän des Wiener Beckens ist sie bis jetzt nicht erwähnt worden. Die Gattung *Turritella* bedarf aber einer monographischen Bearbeitung, welche bis jetzt fehlt.

z. B. in Niechobrz, weshalb hier hauptsächlich dickschalige Mollusken lebten (Uhlig).

Um die Zusammenstellung mit dem Miocän von Ostgalizien abzuschließen, muß ich noch der Ervilienschichte von M. Łomnicki erwähnen, welche nach Teisseyre nur eine fazielle Bedeutung besitzt. Häufig ist *Ervilia pusilla* in Rzeszów nur im Lithothamnienkalksteine von Babica, es überwiegen aber dort andere Arten auch, was die Individuenzahl anbelangt, so daß man infolgedessen von einer Ervilienschicht hier eigentlich nicht sprechen kann. Übrigens zeichnet sich die Ervilienschicht nach Łomnicki und Teisseyre durch zahlreiche Individuen aber eine geringe Anzahl von Arten aus, der Lithothamnienkalkstein von Babica ist jedoch, wie wir gesehen haben, reicher an Fossilien als jedes andere Gebilde des hiesigen Miocäns. Er hat aber mit der Ervilienschicht ein pseudosarmatisches Aussehen gemein, worauf folgende Arten hinweisen: *Trochus podolicus* Dub. var., *Tr. affinis* Eichw., *Trochus turricala* Eichw., *Modiola* cf. *marginata* Eichw., *Arca barbata* L. Auf welche Weise man den halbbrackischen Charakter in dieser Schicht deuten sollte (die Mündung eines Flusses?), damit können wir uns aus Mangel an anderen Aufschlüssen von gleichem Charakter nicht befassen, jedenfalls spricht der Umstand (zugleich auch die Anwesenheit von *Ervilia podolica* var. *infrasarmatica* Sok., *Erv. trigonula* Sok.) für das jungtorteniene Alter des gesamten hiesigen Miocäns.

---

14. M. CASIMIR STOŁYHWO. **Czaszki peruwiańskie.** ***(Crânes péruviens).*** Mémoire présenté par M. N. Cybulski m. t. à la séance du 9 Octobre 1905.

Les matériaux de mon ouvrage se composent de 92 crânes péruviens, dont 75 se trouvent au „Musée Broca“ à Paris, 11 au „Cabinet zootomique“ de l'Université de Varsovie, et 6 au „Musée de l'Institut Anatomique“ de la même ville.

Parmi ces crânes, 83 appartiennent à des individus adultes, et 9 à des enfants, dont 2 sont hydrocéphales.

Je rejette dans mon ouvrage toutes les „moyennes“, vu, que selon mon opinion, elles ne font qu'obscurcir les caractères typiques de la race.

Les mesures sont prises en millimètres.

J'emploie la terminologie d'après A. v. Török; je me suis permis seulement d'y ajouter deux termes, savoir: „apertion" — terme, indiquant les points extrêmes de la largeur maxima de l'orifice antérieur du nez [apertura pyriformis nasi], et „alvérion" — terme indiquant les points extrêmes de la largeur maxima du palais [palatum], mesurée entre les bords alvéolaires intérieurs [alveoli dentales].

En outre, je me suis permis de créer 3 termes, servant à désigner les trois types différents du grand trou occipital, savoir: „Leptomédullaria" — pour désigner les trous occipitaux, qui sont étroits, „Mésomédullaria" — pour désigner les trous occipitaux de largeur moyenne, et „Eurymédullaria" — pour désigner les trous occipitaux larges.

Les indices et les pourcentages ont été calculés à l'aide des tables de C. Fürst.

## I-ère partie.

Déformation. La définition des caractères typiques de chaque race est, en général, chose difficile, vu les nombreux écarts individuels qui, se manifestent souvent dans la structure du crâne, causés par l'âge, par différentes circonstances de la vie, ect. Par rapport aux races du Pérou notre tâche devient d'autant plus difficile, que presque tous les crânes péruviens sont déformés, ce qui efface leurs formes typiques.

A mon avis les crânes péruviens doivent être divisés, — vu le mode de leur déformation, — en deux groupes, essentiellement différents dans leurs formes extrêmes, mais présentant bien des traits communs chez les individus peu déformés. Ma division est établie sur le rapport entre le degré d'aplatissement de l'occiput et du front, donc le I-er groupe embrasse les crânes, qui ont l'occiput plus aplati que le front, tandis que le II-e renferme les crânes, dont le front est plus aplati que l'occiput.

D'après mes recherches, sur la somme totale de 83 crânes d'individus adultes:

le I-er type de déformation embrasse . . . . . . . . 39·76%
le II-e „ „ „ „ . . . . . . . . 54·22%
les crânes non déformés, ou insensiblement déformés présentent . . . . . . . . . . . . . . . . . . 6·02%

C'est donc le type au front plus fortement aplati que l'occiput, qui se retrouve le plus fréquemment parmi les adultes.

Au total, la déformation embrasse 93·98% de crânes d'individus adultes, étudiés par moi.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

77·78% — se rapportant au I-er type
22·22% — „ „ „ II-e „

Ce qui prouve, que chez les enfants le type à l'occiput plus fortement aplati que le front l'emporte sur le II-e type.

Nous voyons donc qu'en ce qui concerne les deux différents types de déformation, les crânes adultes et les crânes infantiles se trouvent en raison inverse.

Relativement à la symétrie du crâne, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

51·22% — de crânes symétriques,
25·61% — „ „ plus développés du côté gauche dans leur partie postérieure,
23·17% — „ „ plus développés du côté droit dans leur partie postérieure.

Au total, la plagiocéphalie est donc apparente chez 48·78% de crânes adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

66·67% — de crânes symétriques,
11·11% — „ „ plus développés du côté gauche dans leur partie postérieure,
22·22% — „ „ plus développés du côté droit dans leur partie postérieure.

Au total, la plagiocéphalie embrasse 33·33% de crânes infantiles.

Relativement à l'usure des dents, j'ai trouvé sur les 68 crânes d'individus adultes:

54·41% de crânes, possédant des dents fortement usées,
39·71% „ „ „ „ „ médiocrement usées,
5·88% „ „ „ „ „ peu ou point usées.

Ce sont donc les dents fortement usées qui se rencontrent le plus fréquemment; en général, l'usure des dents est un fait commun à peu près à tous les individus adultes.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé:

14·29% — de crânes aux dents médiocrement usées,  
85·71% — „ „ „ „ peu ou point usées.

Les dents peu usées, ou même point usées, se trouvent donc le plus fréquemment parmi les enfants, ce qui d'ailleurs est facile à comprendre, vu leur jeune âge.

*Relativement à la grandeur des dents*, j'ai trouvé sur les 69 crânes d'individus adultes:

20·29% — de crânes aux dents grandes,  
60·87% — „ „ „ „ moyennes,  
18·84% — „ „ „ „ petites.

Ce sont donc les crânes aux dents moyennes qui sont les plus fréquents.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé:

14·29% — de crânes aux dents grandes,  
85·71% — „ „ „ „ moyennes.

Les crânes aux dents moyennes sont donc les plus fréquents parmi les enfants.

*Relativement aux anomalies dentaires*, je les ai trouvées, sur le total de 76 crânes, possédants un système dentaire, — chez 31·58%.

*Relativement à la synostose de la suture nasale médiane* [sutura nasalis mediana], j'ai trouvé sur les 76 crânes d'individus adultes:

65·79% — de crânes à la suture non synostosée,  
6·58% — „ „ „ „ „ faiblement synostosée,  
13·16% — „ „ „ „ „ médiocrement synostosée,  
14·47% — „ „ „ „ „ fortement, ou même tout-à-fait synostosée.

Au total, la synostose de la suture nasale médiane se rencontre sur 34·21% de crânes adultes.

Quant aux 6 crânes infantiles, leurs sutures nasales médianes sont toutes non synostosées.

*Relativement au métopisme*, je n'en ai trouvé aucun cas parmi les 83 crânes d'individus adultes;

chez 73·49 % — de crânes j'ai seulement pu constater la présence d'une suture supra-nasale secondaire à l'état de vestige;
„ 26·51 % — de crânes cette suture n'était plus visible.

Nous voyons donc, que la présence d'une suture supra-nasale secondaire à l'état de vestige, est une chose fréquente parmi les individus adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

44·44 % — de crânes à la suture frontale complètement synostosée,
44·44 % — „ „ possédant une suture supra-nasale secondaire,
11·11 % — „ „ métopiques.

Relativement à la synostose de la suture coronale [sutura coronalis], j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

57·32 % — de crânes à la suture non synostosée,
23·17 % — „ „ „ „ „ médiocrement synostosée,
19·51 % — „ „ „ „ „ presque complètement synostosée.

Au total, la synostose de la suture coronale se rencontre sur 42·68 % de crânes adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, ils possèdent tous une suture coronale complètement non synostosée.

Relativement à la synostose de la suture sagittale [sutura sagittalis], j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

46·34 % — de crânes à la suture non synostosée,
2·44 % — „ „ „ „ „ faiblement synostosée,
10·98 % — „ „ „ „ „ médiocrement synostosée,
40·24 % — „ „ „ „ „ presque complètement synostosée.

Au total, la synostose de la suture sagittale se rencontre sur 53·66 % de crânes adultes.

Les 9 crânes infantiles possèdent tous une suture sagittale complètement non synostosée.

Relativement à la synostose de la suture lambdoïde [sutura lamboidea], j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

60·98 % — de crânes à la suture non synostosée,
4·88 % — „ „ „ „ „ faiblement synostosée,
14·63 % — „ „ „ „ „ médiocrement synostosée,
19·51 % — „ „ „ „ „ presque complètement synostosée.

Au total, la synostose de la suture lambdoïde se rencontre sur 39·02% de crânes d'individus adultes.

Les 9 crânes infantiles possèdent tous une suture lambdoïde complètement non synostosée.

Relativement à la synostose des sutures temporales, j'ai trouvé sur les 81 crânes d'individus adultes:

98·77% — de crânes aux sutures non synostosées,
1.23% — „ „ „ „ faiblement synostosées.

Il en résulte, que la synostose des sutures temporales est une chose rare chez les individus adultes.

Les 9 crânes infantiles possèdent les sutures temporales complètement non synostosées.

En résumant toutes nos observations sur la synostose de différentes sutures, nous arrivons à conclure, que c'est la suture sagittale qui montre le plus de tendance à se synostoser. Après elle viennent sous ce rapport: la suture coronale, la lambdoïde, la suture nasale médiane. Les sutures temporales manifestent le moins de tendance à se synostoser.

C'est donc par en haut et par devant que commence généralement la synostose des sutures crâniennes. J'exclue de ce résumé la suture frontale, vu la position à part qu'elle occupe.

Relativement au degré de complication de la suture coronale, j'ai trouvé sur les 83 crânes d'individus adultes:

67·47% — de crânes à la suture non compliquée [simple],
32·53% — „ „ „ „ „ médiocrement compliquée.

Sur les 9 crânes d'enfants j'ai trouvé:

55·56% — de crânes à la suture non compliquée,
44·44% — „ „ „ „ „ médiocrement compliquée.

Relativement au degré de complication de la suture sagittale, j'ai trouvé sur les 78 crânes adultes:

46·15% — de crânes à la suture non compliquée [simple],
43·59% — „ „ „ „ „ médiocrement compliquée,
10·26% — „ „ „ „ „ fortement compliquée.

Au total, j'ai pu donc constater la présence d'une suture sagittale à l'état compliqué chez 53·85% de crânes d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

22·22% — de crânes à la suture simple
55·56% — „ „ „ „ „ médiocrement compliquée,
22·22% — „ „ „ „ „ fortement compliquée.

Au total, j'ai constaté la présence d'une suture sagittale à l'état compliqué chez 77·78% de crânes infantiles.

Relativement au degré de complication de la suture lambdoïde, j'ai trouvé sur les 82 crânes adultes:

35·37% — de crânes à la suture simple.
28·05% — „ „ „ „ „ médiocrement compliquée.
36·59% — „ „ „ „ „ fortement compliquée.

Au total, j'ai constaté donc la présence d'une suture lambdoïde à l'état compliqué chez 64·64% de crânes d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

33·33% — de crânes à la suture simple.
55·56% — „ „ „ „ „ médiocrement compliquée,
11·11% — „ „ „ „ „ fortement compliquée.

Au total, j'ai pu constater la présence d'une suture lambdoïde à l'état compliqué chez 66·67% de crânes infantiles.

Relativement au degré de complication des sutures temporales, j'ai trouvé sur les 81 crânes adultes:

59·26% — de crânes aux sutures simples.
23·46% — „ „ „ „ médiocrement compliquées.
17·28% — „ „ „ „ fortement compliquées.

Au total, j'ai constaté donc la présence de sutures temporales à l'état compliqué chez 40·74% d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

66·67% — de crânes aux sutures temporales simples.
33·33% — „ „ „ „ „ médiocrement compliquées.

En résumant nos observations sur le degré de complication de différentes sutures, nous arrivons à conclure. que chez les individus adultes c'est la suture lambdoïde qui montre le plus de tendance à se compliquer. Après elle viennent les

sutures: sagittale et temporales. La suture coronale à l'état compliqué se rencontre le moins souvent.

Quant aux crânes infantiles, c'est la suture sagittale qui manifeste le plus de tendance à se compliquer; après elle viennent les sutures: lambdoïde et coronale; les sutures temporales à l'état compliqué se rencontrent le moins souvent.

Relativement à la présence de l'os des Incas [os incae], j'ai trouvé sur les 91 crânes d'individus adultes et d'enfants:

78·01 $^0/_0$ — de crânes ne portant aucune trace de cet os.
4·40 $^0/_0$ — „ „ portant la trace d'une suture occipitale transverse.
10·99 $^0/_0$ — „ „ possédant un os des Incas complet.
3·30 $^0/_0$ — „ „ „ „ „ „ „ biparti [bipartitum].
3·30 $^0/_0$ — „ „ „ „ „ „ „ triparti [tripartitum].

Au total, j'ai pu constater la présence de produits, appartenant au groupe de l'os des Incas, chez 21·99 $^0/_0$ de crânes.

Relativement à la forme des ptérions [pteriones], j'ai trouvé sur les 78 crânes d'individus adultes:

74·36 $^0/_0$ — de crânes aux ptérions non rétrécis.
21·79 $^0/_0$ — „ „ „ „ médiocrement rétrécis.
3·85 $^0/_0$ — „ „ „ „ fortement et même tout-à-fait rétrécis.

Au total, j'ai constaté la présence de ptérions rétrécis chez 25·64 $^0/_0$ de crânes d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes d'enfants, j'ai trouvé:

77·78 $^0/_0$ — de crânes aux ptérions non rétrécis.
22·22 $^0/_0$ — „ „ „ „ médiocrement rétrécis.

Relativement à la présence d'osselets séparés, en général, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

37·80 $^0/_0$ — de crânes ne possédant pas d'osselets séparés,
62·20 $^0/_0$ — „ „ possédant des osselets séparés.

Sur les 9 crânes d'enfants j'ai trouvé:

66·67 $^0/_0$ — de crânes ne possédant pas d'osselets séparés,
33·33 $^0/_0$ — „ „ possédant des osselets séparés.

Nous voyons donc, qu'en ce qui concerne la présence d'osselets séparés, en général, les crânes adultes et les crânes infantiles sont en raison inverse, ce qui prouve, que la présence d'osselets séparés s'accroît avec l'âge.

*Relativement à la présence d'osselets séparés dans la suture lambdoïde*, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14·63 $^0/_0$ | — | de | crânes, | possédant | un | osselet | séparé, |
| 8·54 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | deux | osselets | séparés. |
| 6·10 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | trois | „ | „ |
| 3·66 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | quatre | „ | „ |
| 2·44 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | cinq | „ | „ |
| 1·22 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | six | „ | „ |
| 1·22 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | sept | „ | „ |
| 6·10 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | huit | „ | „ |
| 10·98 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | des nombreux | „ | „ |

Au total, j'ai constaté la présence d'osselets séparés dans la suture lambdoïde chez 54·89 $^0/_0$ de crânes d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11·11 $^0/_0$ | — | de | crânes, | possédant | un osselet | séparé. |
| 11·11 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | huit osselets | séparés. |

Au total, j'ai constaté la présence d'osselets séparés dans la suture lambdoïde chez 22·22 $^0/_0$ de crânes infantiles.

*Relativement à la présence d'osselets séparés dans la suture sagittale*, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

8·54 $^0/_0$ — de crânes, possédant un osselet séparé.

Les crânes infantiles ne possédaient point d'osselets dans la dite suture.

*Relativement à la présence d'osselets séparés dans la suture coronale* j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3·66 $^0/_0$ | — | de | crânes, | possédant | un osselet | séparé. |
| 1·22 $^0/_0$ | — | „ | „ | „ | cinq osselets | séparés. |

Au total, j'ai constaté la présence d'osselets séparés dans la suture coronale chez 4·88 $^0/_0$ d'individus adultes.

Les crânes infantiles ne possèdent point d'osselets dans la dite suture.

Relativement à la présence d'osselets séparés dans les sutures temporales, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

1·22 $^{0}/_{0}$ — de crânes, possédant un osselet séparé dans la partie postérieure de la suture temporale.

Les crânes infantiles ne présentaient pas d'osselets dans la dite suture.

Relativement à la présence d'osselets séparés dans les ptérions [pteriones], j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

13·41 $^{0}/_{0}$ — de crânes, possédant un osselet séparé dans l'un des ptérions,
3·66 $^{0}/_{0}$ — „ „ „ „ „ „ dans chaque ptérion.

Au total, j'ai pu constater la présence d'osselets séparés dans les ptérions chez 17·07 $^{0}/_{0}$ de crânes d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

11·11 $^{0}/_{0}$ — de crânes, possédant un osselet séparé dans l'un des ptérions

En résumant nos observations sur la présence d'osselets séparés dans différents points du crâne, nous arrivons à conclure que, de même chez les adultes, que chez les enfants, les dits osselets se rencontrent le plus souvent dans la suture lambdoïde. Après elle viennent sous ce rapport: les ptérions, la suture sagittale, la coronale, enfin la partie postérieure de la suture temporale. (Il est nécessaire de remarquer que certains crânes possèdent des osselets séparés dans plusieurs points à la fois).

Relativement à la forme des os du nez, j'ai trouvé sur les 77 crânes d'idividus adultes:

2·60 $^{0}/_{0}$ — de crânes, ayant les os du nez droits,
16·88 $^{0}/_{0}$ — „ „ „ „ „ „ „ légèrement relevés,
77·92 $^{0}/_{0}$ — „ „ „ „ „ „ „ médiocrement relevés,
2·60 $^{0}/_{0}$ — „ „ „ „ „ „ „ fortement relevés.

Au total, j'ai constaté la présence d'os relevés chez 97·40 $^{0}/_{0}$ d'individus adultes.

Quant aux 6 crânes d'enfants, j'ai trouvé:

16·67 $^{0}/_{0}$ — de crânes, ayant les os du nez légèrement relevés,
83·33 $^{0}/_{0}$ — „ „ „ „ „ „ „ médiocrement relevés,

Au total, j'ai constaté donc la présence d'os relevés chez 100$^0/_0$ — de crânes infantiles.

Relativement au rétrécissement des trous auriculaires, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

51·22$^0/_0$ — de crânes, aux trous auriculaires non rétrécis,
24·39$^0/_0$ — „ „ „ „ „ légèrement rétrécis.
14·63$^0/_0$ — „ „ „ „ „ médiocrement rétrécis,
9·76$^0/_0$ — „ „ „ „ „ fortement rétrécis.

Au total, j'ai pu constater la présence de trous auriculaires rétrécis chez 48·78$^0/_0$ d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes d'enfants, j'ai trouvé:

88·89$^0/_0$ — de crânes aux trous auriculaires non rétrécis,
11·11$^0/_0$ — „ „ „ „ „ légèrement rétrécis.

Relativement aux exostoses des trous auriculaires, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

81·71$^0/_0$ — de crânes, ne possédant pas d'exostoses,
18·29$^0/_0$ — „ „ possédant des exostoses.

Parmi les 9 crânes infantiles je n'ai trouvé aucun, qui possédât des exostoses.

Relativement à la présence d'une échancrure [incisura], ou d'un trou [foramen], sur l'os frontal, j'ai trouvé sur les 83 crânes d'individus adultes:

36·14$^0/_0$ — de crânes, possédant un trou frontal de chaque côté,
26·51$^0/_0$ — „ “ „ „ „ „ — d'un côté, une échancrure — de l'autre,
37·35$^0/_0$ — „ „ „ une échancrure frontale de chaque côté.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

33·33$^0/_0$ — de crânes, possédant un trou frontal de chaque côté,
11·11$^0/_0$ — „ „ „ „ „ „ — d'un côté, une échancrure — de l'autre.
55·56$^0/_0$ — „ „ „ une échancrure frontale de chaque côté.

Relativement à la saillie des arcades sourcilières [arcus superciliares], j'ai trouvé sur les 83 crânes d'individus adultes:

21·69$^0/_0$ — de crânes aux arcades sourcilières non saillantes.
24·10$^0/_0$ — „ „ „ „ „ légèrement saillantes,
40·96$^0/_0$ — „ „ „ „ „ médiocrement saillantes,
13·25$^0/_0$ — „ „ „ „ „ fortement saillantes.

Au total, j'ai pu constater la présence d'arcades sourcilières saillantes chez 78·31$^0/_0$ d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes d'enfants, j'ai trouvé:

77·78$^0/_0$ — de crânes aux arcades sourcilières non saillantes,
22·22$^0/_0$ — „ „ „ „ „ légèrements saillantes.

Nous voyons donc, qu'en ce qui concerne la présence d'arcades sourcilières saillantes il existe un rapport inverse entre les crânes adultes et les crânes infantiles. C'est ce qui prouve, que la saillie des arcades sourcilières s'accroît avec l'âge.

Relativement à la saillie des crêtes temporales [linea temporalis], j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

20·73$^0/_0$ — de crânes aux crêtes temporales non saillantes,
30·49$^0/_0$ — „ „ „ „ „ légèrement saillantes,
29·27$^0/_0$ — „ „ „ „ „ médiocrement saillantes,
19·51$^0/_0$ — „ „ „ „ „ fortement saillantes.

Au total, j'ai constaté la présence des crêtes temporales saillantes chez 79·27$^0/_0$ d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes d'enfants, j'ai trouvé:

33·33$^0/_0$ — de crânes aux crêtes temporales non saillantes,
33·33$^0/_0$ — „ „ „ „ „ légèrement saillantes,
22·22$^0/_0$ — „ „ „ „ „ médiocrement saillantes,
11·11$^0/_0$ — „ „ „ „ „ fortement saillantes.

Au total, j'ai constaté la présence des crêtes temporales saillantes chez 66·66$^0/_0$ de crânes infantiles.

Relativement à la saillie de la crête demi-circulaire [linea nuchae ossis occipitalis], j'ai trouvé sur les 83 crânes d'individus adultes:

19·28$^0/_0$ — de crânes à la crête demi-circulaire non saillante,
15·66$^0/_0$ — „ „ „ „ „ „ „ légèrement saillante,
20·48$^0/_0$ — „ „ „ „ „ „ „ médiocrement saillante,
44·58$^0/_0$ — „ „ „ „ „ „ „ fortement saillante.

Au total, j'ai constaté donc la présence d'une crête demi-circulaire saillante chez 80·72% de crânes d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

88·89% — de crânes à la crête demi-circulaire non saillante,
11·11% — „ „ „ „ „ „ „ médiocrement saillante.

Nous voyons donc, qu'en ce qui concerne la présence d'une crête demi-circulaire saillante il y a un rapport inverse entre les crânes infantiles et les crânes adultes. Ce fait prouve, que la saillie de la crête demi-circulaire s'accroît avec l'âge, par suite de l'action croissante des muscles de la nuque.

Relativement à la présence d'une fosse occipitale [fovea occipitalis], j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes:

74·39% — de crânes, ne possédant pas de fosse occipitale.
14·63% — „ „ possédant une petite fosse occipitale,
4·88% — „ „ „ une fosse occipitale médiocrement grande,
6·10% — „ „ „ une grande fosse occipitale.

Au total, j'ai constaté la présence d'une fosse occipitale chez 25·61% d'individus adultes.

Quant aux 9 crânes infantiles, j'ai trouvé:

77·78% — de crânes, ne possédant pas de fosse occipitale,
11·11% — „ „ possédant une petite fosse occipitale,
11·11% — „ „ „ „ grande „ „

Au total, j'ai pu constater la présence d'une fosse occipitale chez 22·22% de crânes infantiles.

Relativement à la saillie de la protubérance occipitale externe [protuberantia occipit. externa], j'ai trouvé sur les 83 crânes d'individus adultes:

36·14% — de crânes, ne possédant pas de protubérance occipitale externe.
19·28% — „ „ possédant une protubérance occipit. externe, légèrement saillante,
16·87% — „ „ possédant une protubérance occipit. externe, médiocrement saillante.
27·71% — „ „ possédant une protubérance occipit. externe, fortement saillante.

Au total, j'ai constaté la présence d'une protubérance occipitale externe chez 63·86 $^0/_0$ de crânes d'individus adultes.

Les 9 crânes infantiles ne possèdent pas de protubérance occipitale externe. C'est qui prouve que la saillie de cette protubérance s'accroît avec l'âge, par suite de l'action croissante des muscles de la nuque.

Relativement à la saillie du menton [mentum], j'ai trouvé sur les 40 crânes d'individus adultes:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2·50 $^0/_0$ — | de | crânes | au | menton | légèrement | fuyant. | |
| 17·50 $^0/_0$ — | „ | „ | „ | „ | „ | | saillant. |
| 40·00 $^0/_0$ — | „ | „ | „ | „ | médiocrement | | „ |
| 40·00 $^0/_0$ — | „ | „ | „ | „ | fortement | | „ |

Au total, j'ai constaté la présence d'un menton saillant chez 97·50 $^0/_0$ d'individus adultes.

Les crânes infantiles n'avaient point de mâchoires inférieures.

Relativement à la forme des apophyses géni [spina mentalis interna], j'ai trouvé sur les 40 crânes d'individus adultes:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 95·00 $^0/_0$ — | de | crânes | aux | apophyses | géni | doubles, |
| 5·00 $^0/_0$ — | „ | „ | „ | „ | „ | confondues. |

Relativement au développement de l'apophyse géni, j'ai trouvé sur les 40 crânes d'individus adultes:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60·00 $^0/_0$ — | de | crânes | à | l'apophyse | géni | légèrement | saillante |
| 20·00 $^0/_0$ — | „ | „ | „ | „ | „ | médiocrement | „ |
| 20·00 $^0/_0$ — | „ | „ | „ | „ | „ | fortement | „ |

Relativement à la présence d'un troisième condyle occipital [condylus tertius], j'ai trouvé sur les 91 crânes d'individus adultes et d'enfants:

7·69 $^0/_0$ — de crânes, possédant un troisième condyle occipitale.

Relativement à la trépanation, j'ai trouvé sur les 91 crânes d'individus adultes et d'enfants:

3·30 $^0/_0$ — de crânes trépanés.

---

## II-me partie.

Après avoir étudié dans la première partie de mon ouvrage divers caractères morphologiques, observés sur les 92 crânes péruviens, je passe à l'examen des mesures, qui n'entrent pas dans la sphère des indices.

Relativement au diamètre basion-acanthion, j'ai trouvé sur les 80 crânes d'individus adultes un *minimum de 82 mm* et un *maximum de 118 mm.*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27·50°/₀ — | de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 80 mm | à | 89 mm |
| 56·25°/₀ — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 90 „ | „ | 99 „ |
| 15·00°/₀ — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 100 „ | „ | 109 „ |
| 1·25°/₀ — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 110 „ | „ | 119 „ |

Le diamètre de 90 mm se rencontre le plus fréquemment.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 76 mm* et un *maximum de 89 mm.*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33·33°/₀ — | de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 70 mm | à | 79 mm |
| 66·67°/₀ — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 80 „ | „ | 89 „ |

Vu le petit nombre de crânes infantiles, il est impossible de déterminer à combien de mm s'élève le diamètre le plus fréquemment.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, — l'un d'eux possède un diamètre de 70 mm et l'autre — de 78 mm.

Relativement au diamètre bimastoïdien, j'ai trouvé sur les 75 crânes d'individus adultes un *minimum de 91 mm* et un *maximum de 118 mm.*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24·00°/₀ — | de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 90 mm | à | 99 mm |
| 56·00°/₀ — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 100 „ | „ | 109 „ |
| 20·00°/₀ — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 110 „ | „ | 119 „ |

Les diamètres de 97 mm, de 104 mm, de 106 mm et de 108 mm se rencontrent le plus fréquemment.

Quant aux 5 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 85 mm* et un *maximum de 102 mm.*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40·00°/₀ — | de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 80 mm | à | 89 mm |
| 40·00°/₀ — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 90 „ | „ | 99 „ |
| 20·00°/₀ — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 100 „ | „ | 109 „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, — l'un d'eux présente un diamètre de 81 mm et l'autre — de 96 mm.

Relativement au diamètre biauriculaire, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes un *minimum de 114 mm* et un *maximum de 138 mm.*

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9·76% | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 110 | mm | à | 119 | mm |
| 57·32% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 120 | „ | „ | 129 | „ |
| 32·93% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 130 | „ | „ | 139 | „ |

Les diamètres de 127 mm et de 131 mm se rencontrent le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 101 mm* et un *maximum de 124 mm.*

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57·14% | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 100 | mm | à | 109 | mm |
| 14·29% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 110 | „ | „ | 119 | „ |
| 28·57% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 120 | „ | „ | 129 | „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un diamètre de 103 mm et l'autre — de 117 mm.

Relativement au diamètre nasion-opisthion, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes un *minimum de 112 mm* et un *maximum de 141 mm.*

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4·88% | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 110 | mm | à | 119 | mm |
| 59·76% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 120 | „ | „ | 129 | „ |
| 34·15% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 130 | „ | „ | 139 | „ |
| 1·22% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 140 | „ | „ | 149 | „ |

Les diamètres de 125 mm et de 127 mm se rencontrent le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 106 mm* et un *maximum de 124 mm.*

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28·57% | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 100 | mm | à | 109 | mm |
| 57·14% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 110 | „ | „ | 119 | „ |
| 14·29% | — | „ | „ | „ | „ | „ | 120 | „ | „ | 129 | „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un diamètre de 107 mm et l'autre — de 115 mm.

Relativement au diamètre gonion-gonion, j'ai trouvé sur les 38 crânes d'individus adultes un *minimum de 80 mm* et un *maximum de 106 mm.*

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36·84 % | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 80 | mm à | 89 | mm |
| 52·63 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 90 | „ „ | 99 | „ |
| 10·53 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 100 | „ „ | 109 | „ |

Le diamètre de 99 mm se rencontre le plus fréquemment.

Relativement au diamètre gnathion-acanthion, j'ai trouvé sur les 24 crânes d'individus adultes un *minimum de 57 mm* et un *maximum de 78 mm.*

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16·67 % | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 50 | mm à | 59 | mm |
| 58·33 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 60 | „ „ | 69 | „ |
| 25·00 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 70 | „ „ | 79 | „ |

Les diamètres de 66 mm et de 75 mm se rencontrent le plus souvent.

Relativement au diamètre gnathion-opisthion, j'ai trouvé sur les 24 crânes d'individus adultes un *minimum de 118 mm* et un *maximum de 143 mm.*

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4·17 % | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 110 | mm à | 119 | mm |
| 41·67 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 120 | „ „ | 129 | „ |
| 41·67 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 130 | „ „ | 139 | „ |
| 12·50 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 140 | „ „ | 149 | „ |

Le diamètre de 137 mm se rencontre le plus souvent.

Relativement au diamètre bi-ektoorbital, j'ai trouvé sur les 81 crânes d'individus adultes un *minimum de 87 mm* et un *maximum de 106 mm.*

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7·41 % | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 80 | mm à | 89 | mm |
| 74·07 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 90 | „ „ | 99 | „ |
| 18·52 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 100 | „ „ | 109 | „ |

Le diamètre de 97 mm se rencontre le plus fréquemment.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 77 mm* et un *maximum de 96 mm.*

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16·67 % | — de | crânes | présentent | un | diamètre | de | 70 | mm à | 79 | mm |
| 66·67 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 80 | „ „ | 89 | „ |
| 16·67 % | — „ | „ | „ | „ | „ | „ | 90 | „ „ | 99 | „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un diamètre de 80 mm et l'autre — de 83 mm.

Relativement au diamètre dakryon-dakryon, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes un *minimum de 16 mm* et un *maximum de 29 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10·98% | — de crânes présentent un diamètre de | 10 | mm | à | 19 | mm |
| 89·02% | — „ „ „ „ „ | 20 | „ | „ | 29 | „ |

Le diamètre de 21 mm se rencontre le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 17 mm* et un *maximum de 21 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 57·14% | — de crânes présentent un diamètre de | 10 | mm | à | 19 | mm |
| 42·86% | — „ „ „ „ „ | 20 | „ | „ | 29 | „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un diamètre de 17 mm et l'autre — de 20 mm.

Relativement au diamètre acanthion-prosthion, j'ai trouvé sur les 77 crânes d'individus adultes un *minimum de 12 mm* et un *maximum de 26 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 62·34% | — de crânes présentent un diamètre de | 10 | mm | à | 19 | mm |
| 37·66% | — „ „ „ „ „ | 20 | „ | „ | 29 | „ |

Le diamètre de 18 mm se rencontre le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 14 mm* et un *maximum de 19 mm.*

100·00% — de crânes présentent un diamètre de 10 mm à 19 mm.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un diamètre de 12 mm et l'autre — de 13 mm.

Relativement au diamètre sphénion-krotaphion du côté droit, j'ai trouvé sur les 74 crânes d'individus adultes un *minimum de 4 mm* et un *maximum de 21 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31·08% | — de crânes présentent un diamètre de | 1 | mm | à | 9 | mm |
| 66·22% | — „ „ „ „ „ | 10 | „ | „ | 19 | „ |
| 2·70% | — „ „ „ „ „ | 20 | „ | „ | 29 | „ |

Le diamètre de 13 mm se rencontre le plus souvent.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 3 mm* et un *maximum de 13 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 33·33% | — de crânes présentent un diamètre de | 1 | mm | à | 9 | mm |
| 66·67% | — „ „ „ „ „ | 10 | „ | „ | 19 | „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, j'ai trouvé chez l'un d'eux un diamètre de 12 mm et chez l'autre — de 19 mm.

Relativement au diamètre sphénion-krotaphion du côté gauche, j'ai trouvé sur les 75 crânes d'individus adultes un *minimum de 5 mm* et un *maximum de 20 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29·34% | — de crânes présentent un diamètre de | 1 | mm | à | 9 | mm |
| 69·33% | — „ „ „ „ „ „ | 10 | „ | „ | 19 | „ |
| 1·33% | — „ „ „ „ „ „ | 20 | „ | „ | 29 | „ |

Les diamètres de 10 mm et de 12 mm se rencontrent le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 5 mm* et un *maximum de 16 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 57·14% | — de crânes présentent un diamètre de | 1 | mm | à | 9 | mm |
| 42·86% | — „ „ „ „ „ „ | 10 | „ | „ | 19 | „ |

Quant aux crânes hydrocéphales, j'ai trouvé chez l'un d'eux un diamètre de 8 mm et chez l'autre un diamètre de 12 mm.

Relativement au diamètre nasion-bregma, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes un *minimum de 97 mm* et un *maximum de 132 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8·54% | — de crânes présentent un diamètre de | 90 | mm | à | 99 | mm |
| 70·73% | — „ „ „ „ „ „ | 100 | „ | „ | 109 | „ |
| 17·07% | — „ „ „ „ „ „ | 110 | „ | „ | 119 | „ |
| 2·44% | — „ „ „ „ „ „ | 120 | „ | „ | 129 | „ |
| 1·22% | — „ „ „ „ „ „ | 130 | „ | „ | 139 | „ |

Le diamètre de 103 mm se rencontre le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 89 mm* et un *maximum de 111 mm.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 14·29% | — de crânes présentent un diamètre de | 80 | mm | à | 89 | mm |
| 28·57% | — „ „ „ „ „ „ | 90 | „ | „ | 99 | „ |
| 42·86% | — „ „ „ „ „ „ | 100 | „ | „ | 109 | „ |
| 14·29% | — „ „ „ „ „ „ | 110 | „ | „ | 119 | „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, j'ai trouvé chez l'un d'eux un diamètre de 82 mm et chez l'autre — de 113 mm.

Relativement au diamètre bregma-lambda, j'ai trouvé sur les 80 crânes d'individus adultes un *minimum de 83 mm* et un *maximum de 116 mm.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13·75 $^0/_0$ | — de crânes présentent un diamètre de | 80 mm | à | 89 mm |
| 43·75 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 90 „ | „ | 99 „ |
| 36·25 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 100 „ | „ | 109 „ |
| 6·25 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 110 „ | „ | 119 „ |

Le diamètre de 100 mm se rencontre le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 85 mm* et un *maximum de 107 mm.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 28·57 $^0/_0$ | — de crânes présentent un diamètre de | 80 mm | à | 89 mm |
| 28·57 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 90 „ | „ | 99 „ |
| 42·86 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 100 „ | „ | 109 „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un diamètre de 80 mm et l'autre — de 112 mm.

Relativement au diamètre lambda-opisthion, j'ai trouvé sur les 78 crânes d'individus adultes un *minimum de 85 mm* et un *maximum de 113 mm.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10·26 $^0/_0$ | — de crânes présentent un diamètre de | 80 mm | à | 89 mm |
| 47·44 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 90 „ | „ | 99 „ |
| 41·03 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 100 „ | „ | 109 „ |
| 1·28 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 110 „ | „ | 119 „ |

Le diamètre de 100 mm se rencontre le plus souvent.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 88 mm* et un *maximum de 92 mm.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 42·86 $^0/_0$ | — de crânes présentent un diamètre de | 80 mm | à | 89 mm |
| 57·14 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 90 „ | „ | 99 „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un diamètre de 88 mm et l'autre — de 103 mm.

Relativement à la courbe nasion-bregma, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes un *minimum de 103 mm.* et un *maximum de 137 mm.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 14·63 $^0/_0$ | — de crânes présentent une courbe de | 100 mm | à | 109 mm |
| 54·88 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 110 „ | „ | 119 „ |
| 26·83 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 120 „ | „ | 129 „ |
| 3·66 $^0/_0$ | — „ „ „ „ „ „ | 130 „ | „ | 139 „ |

La courbe de 115 mm se rencontre le plus souvent.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 102 mm* et un *maximum de 117 mm.*

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 42·86 % | — | de | crânes | présentent | une | courbe | de | 100 | mm | à | 109 | mm |
| 57·14 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 110 | „ | „ | 119 | „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente une courbe de 90 mm et l'autre — de 134 mm.

Relativement à la courbe bregma-lambda, j'ai trouvé sur les 80 crânes d'individus adultes un *minimum de 91 mm* et un *maximum de 131 mm.*

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16·25 % | — | de | crânes | présentent | une | courbe | de | 90 | mm | à | 99 | mm |
| 38·75 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 100 | „ | „ | 109 | „ |
| 28·75 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 110 | „ | „ | 119 | „ |
| 13·75 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 120 | „ | „ | 129 | „ |
| 2·50 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 130 | „ | „ | 139 | „ |

Une courbe de 103 mm se rencontre le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 95 mm*, et un *maximum de 125 mm.*

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28·57 % | — | de | crânes | présentent | une | courbe | de | 90 | mm | à | 99 | mm |
| 28·57 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 100 | „ | „ | 109 | „ |
| 28·57 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 110 | „ | „ | 119 | „ |
| 14·29 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 119 | „ | „ | 129 | „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente une courbe de 100 mm et l'autre — de 130 mm.

Relativement à la courbe lambda-opisthion, j'ai trouvé par rapport aux 79 crânes d'individus adultes un *minimum de 94 mm* et un *maximum de 134 mm.*

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5·06 % | — | de | crânes | présentent | une | courbe | de | 90 | mm | à | 99 | mm |
| 29·12 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 100 | „ | „ | 109 | „ |
| 37·97 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 110 | „ | „ | 119 | „ |
| 25·32 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 120 | „ | „ | 129 | „ |
| 2·53 % | — | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 130 | „ | „ | 139 | „ |

Les courbes de 104 mm, de 106 mm, de 110 mm, de 112 mm et de 115 mm se rencontrent le plus fréquemment.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 99 mm* et un *maximum de 115 mm.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14·29% — | de crânes présentent une courbe de | 90 mm | à 99 mm |
| 57·14% — | „ „ „ „ „ „ | 100 „ | „ 109 „ |
| 28·57% — | „ „ „ „ „ „ | 110 „ | „ 119 „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, j'ai trouvé chez l'un d'eux une courbe de 100 mm et chez l'autre une courbe de 119 mm.

R e l a t i v e m e n t à l a c o u r b e b i a u r i c u l a i r e, en passant par le bregma, j'ai trouvé sur les 80 crânes d'individus adultes un *minimum de 275 mm* et un *maximum de 339 mm.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3·75% — | de crânes présentent une courbe de | 270 mm | à 279 mm |
| 8·75% — | „ „ „ „ „ „ | 280 „ | „ 289 „ |
| 30·00% — | „ „ „ „ „ „ | 290 „ | „ 299 „ |
| 40·00% — | „ „ „ „ „ „ | 300 „ | „ 309 „ |
| 13·75% — | „ „ „ „ „ „ | 310 „ | „ 319 „ |
| 2·50% — | „ „ „ „ „ „ | 320 „ | „ 329 „ |
| 1·25% — | „ „ „ „ „ „ | 330 „ | „ 339 „ |

Les courbes de 300 mm et de 303 mm se rencontrent le plus souvent.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 267 mm* et un *maximum de 305 mm.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 28·57% — | de crânes présentent une courbe de | 260 mm | à 269 mm |
| 42·86% — | „ „ „ „ „ „ | 270 „ | „ 279 „ |
| 14·29% — | „ „ „ „ „ „ | 280 „ | „ 289 „ |
| 14·29% — | „ „ „ „ „ „ | 290 „ | „ 299 „ |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, j'ai trouvé chez l'un d'eux une courbe de 300 mm et chez l'autre — de 342 mm.

R e l a t i v e m e n t à l a c i r c o n f é r e n c e h o r i z o n t a l e, j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes un *minimum de 456 mm* et un *maximum de 535 mm.*

Les circonférences de 500 mm et de 515 mm se rencontrent le plus souvent.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2·44% — | de crânes présentent une circonfér. de | 450 mm | à 459 mm |
| 10·98% — | „ „ „ „ „ „ | 460 „ | „ 469 „ |
| 10·98% — | „ „ „ „ „ „ | 470 „ | „ 479 „ |
| 19·51% — | „ „ „ „ „ „ | 480 „ | „ 489 „ |
| 17·07% — | „ „ „ „ „ „ | 490 „ | „ 499 „ |
| 20·73% — | „ „ „ „ „ „ | 500 „ | „ 509 „ |

12·20% — de crânes présentent une circonfér. de 510 mm à 519 mm
3·66% — „ „ „ „ „ „ 520 „ „ 529 „
2·44% — „ „ „ „ „ „ 530 „ „ 539 „

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 437 mm* et un *maximum de 476 mm.*

28·57% — de crânes présentent une circonfér. de 430 mm à 439 mm
28·57% — „ „ „ „ „ „ 440 „ „ 449 „
14·29% — „ „ „ „ „ „ 450 „ „ 459 „
28·57% — „ „ „ „ „ „ 460 „ „ 469 „

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, j'ai trouvé chez l'un d'eux une circonférence de 432 mm et chez l'autre — de 527 mm.

---

### III-e partie. — Indices.

Relativement à l'indice céphal. $\left[\frac{\text{euryon-euryon} \times 100}{\text{glabella-extrem. occiput.}}\right]$ j'ai trouvé sur les 83 crânes d'individus adultes un *minimum de 69* et un *maximum de 107.*

1·20% — de crânes présentent un indice de 65·0 à 69·99 [Hyper-dolichocéphal.],
4·82% — „ „ „ „ „ de 70·0 à 74·99 [Dolichocéphales],
8·43% — „ „ „ „ „ de 75·0 à 79·99 [Mésocéphales],
20·48% — „ „ „ „ „ de 80·0 à 84·99 [Brachycéphales],
21·69% — „ „ „ „ „ de 85·0 à 89·99 [Hyper-brachycéphal.],
27·72% — „ „ „ „ „ de 90·0 à 94·99 [Ultra-brachycéphales],
12·05% — „ „ „ „ „ de 95·0 à 99·99 [Extra-brachycéphales]
3·61% — „ „ „ „ „ de 100·0 et au-delà [Supréma-brachycéph.].

Les indices de 92 et de 93 se rencontrent le plus fréquemment.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Au total, la Dolichocéphalie | embrasse | — | $6{\cdot}02\%$ | de crânes |
| la Mésocéphalie | „ | — | $8{\cdot}43\%$ | „ „ |
| la Brachycéphalie | „ | — | $85{\cdot}55\%$ | „ „ |

Nous voyons donc, que la Brachycéphalie l'emporte de beaucoup sur la Mésocéphalie et la Dolichocéphalie, ce qui — sans aucun doute — se trouve en rapport avec la coutume de déformer les crânes.

Relativement aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 70* et un *maximum de 97*.

| | | |
|---|---|---|
| $14{\cdot}29\%$ | — de crânes sont | dolichocéphales, |
| $28{\cdot}57\%$ | — „ „ „ | mésocéphales, |
| $42{\cdot}86\%$ | — „ „ „ | hyper-brachycéphales, |
| $14{\cdot}29\%$ | — „ „ „ | extra-brachycéphales. |

Au total, la Brachycéphalie embrasse — $57{\cdot}15\%$ de crânes infantiles, et l'emporte sur les autres types.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 96 [Extra-brachycéphalie] et l'autre un indice de 112. [Supréma-brachycéphalie].

Relativement à l'indice vertical $\left[\frac{\text{basion-bregma} \times 100}{\text{glabella-extrem. occiput.}}\right]$ j'ai trouvé sur les 81 crânes d'individus adultes un *minimum de 69* et un *maximum de 89*.

| | | |
|---|---|---|
| $2{\cdot}47\%$ | — de crânes présentent un indice au-dessous | de $70{\cdot}0$ [Chamaecéphales], |
| $18{\cdot}52\%$ | — „ „ „ „ „ | de $70{\cdot}0$ à $74{\cdot}99$ [Orthocéphales], |
| $78{\cdot}11\%$ | — „ „ „ „ „ | de $75{\cdot}0$ et au-delà [Hypsicéphales]. |

L'indice de 80 se rencontre le plus fréquemment.

C'est donc l'Hypsicéphalie, qui l'emporte de beaucoup sur les autres types.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 70* et un *maximum de 82*.

| | | |
|---|---|---|
| $50{\cdot}0\%$ | — de crânes sont | orthocéphales, |
| $50{\cdot}0\%$ | — „ „ „ | hypsicéphales. |

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 78 et l'autre — de 83; par conséquent tous les deux appartiennent au type hypsicéphale.

Relativement à l'indice vertical $\left[\frac{\text{basion-vertex} \times 100}{\text{glabella-extrem. occiput.}}\right]$ j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes un *minimum de 71* et un *maximum de 90.*

L'indice de 80 se rencontre le plus souvent.

10·98% de crânes sont orthocéphales,
89·02% „ „ „ hypsicéphales.

Par conséquent, l'Hypsicéphalie l'emporte de beaucoup sur les autres types.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 71* et un *maximum de 83.*

16·67% — de crânes sont orthocéphales,
83·33% — „ „ „ hypsicéphales.

C'est donc l'Hypsicéphalie, qui l'emporte de beaucoup sur les autres types.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 81 et l'autre — de 87; par conséquent, tous les deux appartiennent au type hypsicéphale.

La déformation des crânes, en usage au Pérou, avait non seulement pour effet l'élargissement du crâne, mais en outre elle occasionnait ordinairement un exhaussement des pariétaux dans leur partie centrale. Ce n'est qu'en cas d'une pression fronto-occipitale, exercée simultanément avec une pression agissant de haut en bas sur les pariétaux, que cet exhaussement n'a pas lieu. Dans les cas contraire, l'indice vertical s'accroît à mesure de l'accroissement de l'indice céphalique, ce qui veut dire, qu'un raccourcissement du diamètre antéro-postérieur donne lieu à un accroissement des diamètres vertical et transversal.

Relativement à l'indice vertical $\left[\frac{\text{basion-bregma} \times 100}{\text{euryon-euryon}}\right]$ j'ai trouvé sur les 81 crânes d'individus adultes un *minimum de 73* et un *maximum de 109.*

64·20% — de crânes présentent un indice de 73·0 à 91·99 [Chamaecéphales].

27·16% — de crânes présentent un indice de 92·0 à 97·99 [Orthocéphales],
8·64% — „ „ „ „ „ de 98·0 à 109·99 [Hypsicéphales].

L'indice de 91 se rencontre le plus fréquemment.

Par conséquent la Chamaecéphalie l'emporte de beaucoup sur les autres types.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 81* et un *maximum de 100.*

66·67% — de crânes sont Chamaecéphales,
16·67% — „ „ „ Orthocéphales,
16·67% — „ „ „ Hypsicéphales.

La Chamaecéphalie l'emporte donc de beaucoup sur les autres types.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 74 et l'autre — de 81; par conséquent tous les deux appartiennent au type Chamaecéphale.

Relativement à l'indice frontal $\left[\frac{\text{bifrontotemporal} \times 100}{\text{glabella-extrem. occiput}}\right]$ j'ai trouvé sur les 83 crânes d'individus adultes un *minimum de 41* et un *maximum de 63.*

90·36% — de crânes possèdent un indice de 41·0 à 59·99 [Leptofrontales].
9·64% — „ „ „ „ „ de 60·0 et au-delà [Mésofrontales].

L'indice de 55 se rencontre le plus souvent.

C'est donc la Leptofrontalie qui l'emporte de beaucoup sur les autres types.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 49* et un *maximum de 56.*

Par conséquent, tous ces crânes appartiennent au type leptofrontal.

L'un des 2 crânes hydrocéphales présente un indice de 54 et l'autre — de 67; par conséquent, le premier appartient au type leptofrontale, et le second — au type mésofrontal.

Relativem. à l'indice facial supér. $\left[\frac{\text{nasion-prosthion} \times 100}{\text{zygion-zygion}}\right]$

j'ai trouvé sur les 66 crânes d'individus adultes un *minimum de 45* et un *maximum de 62*.

21·21% — de crânes présentent un indice au-dessous de 50·0 [Chamaeprosopes].
78·79% — „ „ „ „ „ de 50·0 et au-delà [Leptoprosopes].

L'indice de 50 et de 51 se rencontre le plus souvent.

Par conséquent, c'est la Leptoprosopie qui l'emporte de beaucoup sur les autres types.

Quant aux 3 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 48* et un *maximum de 51*.

33·33% — de crânes sont chamaeprosopes,
66·67% — „ „ „ leptoprosopes.

C'est donc aussi la Leptoprosopie qui l'emporte sur les autres types.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 44 et l'autre — de 49; tous les deux sont donc chamaeprosopes.

Relativement à l'indice orbitaire $\left[\frac{\text{hauteur de l'orbite} \times 100}{\text{largeur de l'orbite}}\right]$ j'ai trouvé pour l'orbite droite des 79 crânes d'individus adultes un *minimum de 72* et un *maximum de 115*.

2·53% — de crânes présentent un indice de 72·0 à 79·99 [Chamaeconches].
10·13% — „ „ „ „ „ de 80·0 à 84·99 [Mésoconches].
87·34% — „ „ „ „ „ de 85·0 et au-delà [Hypsiconches].

L'indice de 87 se rencontre le plus souvent.

Quant à l'orbite gauche des 80 crânes d'individus adultes, j'ai trouvé un *minimum de 73* et un *maximum de 102*.

1·25% — de crânes sont chamaeconches,
8·75% — „ „ „ mésoconches,
90·00% — „ „ „ hypsiconches.

L'indice de 92 se rencontre le plus souvent.

Par conséquent, le type hypsiconche l'emporte de beaucoup sur les autres types.

Relativement à l'indice orbitaire des crânes infantiles, j'ai trouvé pour l'orbite droite des 6 crânes infantiles un *minimum de 88* et un *maximum de 100.*

Par conséquent, tous ces crânes sont hypsiconches.

Pour l'orbite gauche des 7 crânes infantiles j'ai trouvè un *minimum de 88* et un *maximum de 97.*

Tous ces crânes sont donc aussi hypsiconches.

Relativement aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente pour l'orbite droite un indice de 88 et pour l'orbite gauche — le même indice; l'autre crâne présente pour l'orbite droite un indice de 93 et pour l'orbite gauche — un indice de 90.

Par conséquent, ces deux crânes sont aussi hypsiconches.

Relativement à l'indice nasal $\left[\frac{\text{apertion-apertion} \times 100}{\text{nasion-acanthion}}\right]$ j'ai trouvé sur les 82 crânes d'individus adultes un *minimum de 37* et un *maximum de 56.*

| | | |
|---|---|---|
| 9·76% | — de crânes présentent un indice au-dessous de | 42·0 [Hyperleptorhiniens], |
| 50·0% | — „ „ „ „ „ | de 42·0 à 47·99 [Leptorhiniens], |
| 28·05% | — „ „ „ „ „ | de 48·0 à 51·99 [Mésorhiniens], |
| 12·20% | — „ „ „ „ „ | de 52·0 et au-delà [Platyrhiniens]. |

L'indice de 44 se rencontre le plus fréquemment.

C'est donc la Leptorhinie qui l'emporte sur les autres types, et présente au total 59·76%.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 46* et un *maximum de 55.*

| | | |
|---|---|---|
| 42·86% | — de crânes sont | leptorhiniens, |
| 14·29% | — „ „ „ | mésorhiniens, |
| 42·86% | — „ „ „ | platyrhiniens. |

Quant aux deux crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 42 et l'autre — de 55.

Par conséquent, le premier appartient au groupe leptorhinien et l'autre — au groupe platyrhinien.

Relativement à l'indice palatin $\left[\frac{\text{alvérion-alvérion} \times 100}{\text{prosthion-staphylion}}\right]$ j'ai trouvé sur les 68 crânes d'individus adultes un *minimum de 61* et un *maximum de 93.*

73·53% — de crânes présentent un indice au-dessous de 80·0 [Leptostaphyliens],
22·06% — „ „ „ „ „ de 80·0 à 84·99 [Mésostaphyliens],
4·41% — „ „ „ „ „ de 85·0 et au delà [Brachystaphyliens].

L'indice de 72 se rencontre le plus souvent.

C'est donc le type leptostaphylien qui l'emporte de beaucoup sur les autres types.

Quant aux 7 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 70* et un *maximum de 88.*

57·14% — de crânes sont leptostaphyliens,
14·29% — „ „ „ mésostaphyliens,
28·57% — „ „ „ brachystaphyliens.

Par conséquent, le type leptostaphylien l'emporte sur les autres.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 75 et l'autre — de 83.

Par conséquent, le premier appartient au groupe leptostaphylien et l'autre — au groupe mésostaphylien.

Relativement à l'indice du trou occipital $\left[\frac{\text{largeur du trou occipital} \times 100}{\text{basion-opisthion}}\right]$ j'ai trouvé sur les 80 crânes d'individus adultes un *minimum de 72* et un *maximum de 106.*

25% de crânes présentent un indice au-dessous de 82·0 [Leptomédullaires],
25% „ „ „ „ „ de 82·0 à 85·99 [Mésomédullaires],
50% „ „ „ „ „ de 86·0 et au-delà [Eurymédullaires].

L'indice de 93 se rencontre le plus fréquemment.

Par conséquent, le type Eurymédullaire l'emporte sur les autres types.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 84* et un *maximum de 90*.

50% — de crânes sont Mésomédullaires,
50% — „ „ „ Eurymédullaires.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 85 et l'autre — de 87.

Par conséquent, le premier appartient au type mésomédullaire et le second — au type eurymédullaire.

Relativement à l'indice du prognathisme $\left[\frac{\text{basion-prosthion} \times 100}{\text{nasion-basion}}\right]$ j'ai trouvé sur les 77 crânes d'individus adultes un *minimum de 92* et *maximum de 107*.

| | | |
|---|---|---|
| 28·57% | — de crânes présentent un indice | au-dessous de 98·0 [Orthognathie], |
| 46·75% | — „ „ „ „ „ | de 98·0 à 102·99 [Mésognathie], |
| 24·68% | — „ „ „ „ „ | de 103·0 et au-delà [Prognathie]. |

L'indice de 100 se rencontre le plus souvent.

C'est donc la Mésognathie qui l'emporte sur les autres types.

Quant aux 6 crânes infantiles, j'ai trouvé un *minimum de 98* et un *maximum de 102*.

Par conséquent, tous ces crânes sont mésognathes.

Quant aux 2 crânes hydrocéphales, l'un d'eux présente un indice de 94 et l'autre — de 97.

Par conséquent, tous les deux sont orthognathes.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

15 Marca 1906.

# PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873—1902

**Librairie de la Société anonyme polonaise**
**(Spółka wydawnicza polska)**
**à Cracovie**

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński; 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes, — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

---

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

---

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 3. MARS 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
## DE CRACOVIE.

### CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER
## DER
# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
## IN KRAKAU.

### MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.




CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITE
1906

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,
*b)* classe d'histoire et de philosophie,
*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

**Nº 3.** **Mars** **1906.**



## Séance du lundi 5 Mars 1906.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

15. M. J. BRZEZIŃSKI. **Myxomonas betae, pasorzyt buraka.** ***(Myxomonas betae, parasite des betteraves).*** Mémoire présenté par M. E. Godlewski m. t. à la séance du 5 Février 1906.

(Planches II—VII.)

Au cours des recherches que nous faisions sur le rôle des bactéries dans les maladies des betteraves, notre attention se porta sur certains phénomènes pathologiques de ces plantes. Pendant l'été de 1904 nous remarquâmes des taches brunes sur les limbes et les pétioles, accompagnées d'un enfoncement des tissus. Si la tache entourait en certain endroit le pétiole tout entier, le limbe de la feuille, tout en restant intact et de couleur verte, se fanait et se desséchait. Nous observions ensuite que les plantes, dont les limbes et les pétioles avaient présenté les lésions susmentionnées, étaient atteintes plus tard plus au moins fortement de la maladie connue et décrite sous le nom de pourriture sèche ou maladie du coeur des betteraves.

En étudiant au microscope les tissus des taches brunes des pétioles, nous avons découvert dans les cellules du tissu malade la présence de corpuscules assez grands, visiblement étrangers à la cellule et appartenant au cycle d'évolution d'un microorganisme inconnu. Nous nous sommes mis à continuer nos recherches, qui aboutirent à la découverte d'un microorganisme parasitaire, que nous nommons *Myxomonas betae.* Nous lui attribuons le rôle décisif

dans la maladie des semis des betteraves, ainsi que dans la maladie des plantes adultes, connue sous le nom de pourriture sèche du coeur des betteraves.

### Myxomonas betae.

Le cycle d'évolution du *Myxomonas betae* est assez compliqué. Il comprend des formes végétatives (zoospores, myxamibes, plasmodes), une forme de repos (kystes) et des formes de reproduction (spores et zoosporanges).

### Zoospores.

Quand on examine au microscope, à un fort grossissement, les tissus des feuilles, des pétioles et des racines de betteraves attaquées par la pourriture du coeur, aussi bien que les tissus des racines, des collets et des cotylédons de jeunes plantes atteintes de brunissure, on aperçoit dans les cellules et les espaces intercellulaires de ces tissus un grand nombre de corpuscules globuleux, animés d'un mouvement rapide (Pl. II, fig. 1). Ces corpuscules, qui sont des zoospores, se rencontrent non seulement dans les cellules des tissus visiblement lésés, mais aussi dans celles du tissu en apparence parfaitement sain encore. Cependant le nombre des zoospores s'accroît en approchant du point malade et diminue à mesure que le tissu est plus éloigné du foyer de la maladie. Nous avons trouvé le plus grand nombre de zoospores dans les excroissances, qui se forment parfois sur les racines des betteraves malades. Les cellules du tissu paranchymateux de ces excroissances renfermaient des zoospores en si grande quantité, que ces cellules paraissaient en être comblées.

Le protoplasme des betteraves est tout à fait transparent, ce qui ne permet pas de distinguer facilement, si les zoospores se trouvent placées dans le protoplasme même ou dans le suc cellulaire. On réussit cependant quelquefois à voir dans des coupes fraîches des racines de betterave le mouvement rotatoire du protoplasme autour des parois cellulaires. Il est assez facile d'apercevoir alors, que les zoospores se trouvent aussi bien dans le suc cellulaire, où elles se meuvent librement, que dans le courant protoplasmique, par lequel elles semblent emportées comme des corps inertes. Cette inertie n'est cependant qu'apparente, car on peut voir çà et là une zoospore immobile, emportée par le courant, se mettre subitement

en mouvement, traverser le courant, ou même s'en écarter complètement. Dans certaines cellules parenchymateuses le nombre des zoospores est tel, qu'elles y grouillent pour ainsi dire, les unes nageant librement, les autres, fort nombreuses aussi, blotties contre les parois cellulaires.

Plus distinctement que dans les tissus, on peut observer les zoospores isolées se mouvoir dans une goutte de suc, exprimé soit de la pulpe d'une racine, soit d'un pétiole de betterave (Pl. II, fig. 2). Il est également aisé de constater la présence d'innombrables zoospores dans le suc exprimé, avec toutes précautions, de la tige coupée d'une jeune betterave, atteinte de brunissure. Nous procédions de cette manière, qu'en pressant fortement une tige parfaitement lavée et fraîchement coupée, nous tâchions de faire jaillir de la surface de section une goutte de suc sur le porte-objet. Si on arrive à faire jaillir la goutte à une certaine distance, on diminue beacoup les chances d'entraîner avec le suc des corps étrangers, qui auraient pu, malgré un lavage minutieux, rester sur la surface de l'épiderme de la plantule.

Les zoospores sont des petits corpuscules, de dimensions d'ailleurs variables, ovales on piriformes, terminés par un flagellum. En nageant, ces corpuscules tiennent leur flagellum dirigé vers le bas, de sorte qu'il est invisible, étant masqué par le corps de la zoospore. Le flagellum ne se laisse apercevoir que dans les moments où la zoospore se place sur le côté. Alors aussi on peut distinguer, que la zoospore est ovale ou piriforme, car tant qu'elle nage avec son flagellum dirigé vers le bas, elle n'apparaît que comme un corpuscule arrondi.

La forme des zoospores se laisse reconnaître le plus clairement dans les préparations traitées par la teinture d'iode, par l'acide osmique, ou colorées avec la fuchsine. On voit alors le corps de la zoospore se prolonger en un flagellum de la même longueur que ce corps lui-même. Ce flagellum est assez gros, surtout vers sa base. Les zoospores plus âgées et plus grandes prennent un aspect piriforme ou même cunéiforme; leur flagellum se raccourcit peu à peu et se distingue de moins en moins du corps de la zoospore, comme si l'augmentation de volume de cette dernière resultait principalement de l'épaississement du flagellum et de son incorporation dans la zoospore. Nous voyons de la sorte la transformation des zoospores en myxamibes.

Le corps protoplasmique des zoospores renferme un petit noyau, à contour net, à forme arrondie ou ovoïde. On peut apercevoir le noyau dans les zoospores vivantes. Il a alors l'aspect d'un granule brillant, teint légèrement en rouge. Dans les préparations traitées par l'acide osmique ou colorées avec la fuchsine, le noyau apparaît plus distinctement que le reste du corps de la zoospore. Nous n'avons point trouvé de vacuoles dans les zoospores.

Les zoospores peuvent se multiplier par division. Elles s'étranglent d'abord vers leur milieu transversalement; il se forme de cette manière deux zoospores, dont l'une plus grande tient l'autre plus petite pour ainsi dire attachée au bout de son flagellum (Pl. II, fig. 3).

Les zoospores se meuvent en tournant vivement autour de leur axe et en exécutant en même temps un mouvement en avant. Ce mouvement en avant est assez lent. La zoospore n'avance pas en ligne droite, mais trace plutôt des cercles irréguliers. Dans les préparations traitées par l'acide acétique ou chromique à faible concentration (1 $^0/_0$), le mouvement ne cesse point, mais semble plutôt au contraire gagner en intensité. Sous l'influence de la teinture d'iode, là où l'action de l'iode sur les zoospores est encore faible, leurs mouvements s'accélèrent visiblement, deviennent plus vifs et plus distincts, mais ils cessent immédiatement dès que l'action du réactif devient plus intense. On peut donc observer, en traitant par l'iode soit une coupe de betterave, soit une goutte de suc, des nombreuses zoospores déjà immobiles et parmi elles plusieurs autres, visiblement atteintes par l'action de l'iode, puisqu'elles sont beaucoup plus nettement visibles que d'habitude, mais qui cependant nagent encore vivement. Elles s'immobilisent l'une après l'autre sous les yeux de l'observateur.

### Myxamibes.

Le passage de la zoospore à l'état de myxamibe est insensible. On aperçoit facilement dans les cellules et dans le suc des betteraves des nombreuses formes de transition, et une ligne de démarcation nette n'existe point.

La transformation graduelle des zoospores en myxamibes consiste, comme nous l'avons mentionné, en l'augmentation de volume du corps de la zoospore aux dépens de son flagellum, qui se raccourcit jusqu'à disparaître complètement. Un accroissement continu

de la zoospore a pour conséquence l'arrondissement irrégulier de son corps, qui perd les mouvements propres aux zoospores et devient un myxamibe.

Les myxamibes ne possèdent pas des formes nettement définies. Ils sont plus ou moins piriformes ou cunéiformes, ovales ou arrondis, à contours quelquefois assez réguliers, mais le plus souvent irréguliers. Les formes ovales ou arrondies sont d'ailleurs prédominantes. Les myxamibes qui nagent dans le suc cellulaire ne possèdent point de pseudopodes; chez ceux cependant, qui se trouvent accolés aux parois cellulaires, on observe parfois des prolongements digités.

En examinant dans une goutte d'eau une coupe fraîche d'une partie quelconque de betterave, on peut aisément reconnaître dans les cellules les myxamibes, car leur corps est assez dense et se distingue du contenu cellulaire par un reflet légèrement jaune-verdâtre. Cette teinte d'ailleurs est propre en général au protoplasme du parasite et permet à un oeil quelque peu exercé de la distinguer aisément du protoplasme de la cellule. Les myxamibes gardent leur coloration, même dans les tissus conservés dans l'alcool. Dans les préparations traitées par la teinture d'iode ou la solution de Lugol, les myxamibes se colorent fortement en jaune et se dessinent plus distinctement.

La structure interne des myxamibes n'est possible à examiner, que si l'on fait subir préalablement au sujet à étudier un traitement approprié. Il est vrai qu'on réussit parfois à apercevoir par-ci par-là, dans les tissus conservés simplement dans l'alcool, le noyau brillant d'un myxamibe ou bien sa vacuole, mais on ne les distingue jamais nettement. On obtient des meilleurs résultats en employant des morceaux de betteraves placés pendant 48 heures dans l'acide chromique à 1⁰/₀, et conservés ensuite dans l'alcool. Si on laisse pendant 48 heures les matériaux à étudier dans le liquide de Flemming, en les conservant ensuite dans l'alcool, la structure des amibes, de même que des plasmodes dans les diverses phases de leur développement, se dessinera le plus nettement. Les vacuoles surtout se présentent alors fort distinctement. Nous employions d'abord le liquide de Flemming à concentration faible (acide chromique à 1 % — 25 c. c., acide osmique à 1 % — 10 c. c., acide acétique à 1 % — 10 c. c., eau — 55 c. c.). Il nous donnait des résultats beaucoup meilleurs que l'alcool, la solution de Lugol, l'acide acé-

tique, l'ac. osmique et l'ac. picrique, employés précédemment. Mais les résultats les meilleurs ont été obtenus par l'emploi du liquide de Flemming à concentration forte (acide chromique à 1°/₀ — 75 c. c., acide osmique à 2°/₀ — 20 c. c., acide acétique concentré 5 c. c.). L'acide osmique de ce liquide non seulement fixe et rend plus distinct le protoplasme du parasite, mais il colore en même temps en brun les noyaux des myxamibes et des plasmodes. Comme matières colorantes, nous avons employé, avec un succès relatif, la thionine et l'hématoxyline de Delafield; les autres colorants, comme la fuchsine, le violet de méthyle, le violet de gentiane etc. ne donnaient point de résultats satisfaisants.

Dans les préparations traitées d'une manière appropriée, on peut distinguer la structure interne des myxamibes dans tous ses détails; on peut voir notamment le protoplasme des myxamibes, les noyaux et les vacuoles. Les jeunes myxamibes possèdent un seul noyau. Mais à mesure qu'ils approchent du moment de leur transformation en plasmode, le nombre des noyaux s'accroît et l'amibe peut en contenir une quantité considérable (Pl. II, fig. 4).

Le noyau est un corpuscule brillant, arrondi ou ovale, entouré d'un halo d'hyaloplasma. Dans les coupes non traitées par un réactif quelconque, on aperçoit les noyaux des myxamibes sous la forme de corpuscules brillants, plus foncés que leur entourage; ils possèdent un léger reflet rougeâtre. La multiplication des noyaux par division s'observe couramment. Le noyau s'allonge, s'étrangle par le milieu et enfin se divise en deux.

Les vacuoles sont assez difficiles à distinguer dans les myxamibes vivants. Elles se dessinent plus nettement dans les préparations traitées par l'iode. Dans les tissus traités par l'alcool, les amibes se contractent et les vacuoles deviennent invisibles. Elles sont au contraire assez distinctes dans les tissus fixés par l'acide chromique à 1°/₀, mais on obtient un résultat encore meilleur en employant le liquide de Flemming (Pl. II, fig. 5). Dans les jeunes myxamibes, on trouve une seule vacuole, le plus souvent vers le centre de l'amibe. Les myxamibes plus âgés et plus developpés renferment deux ou même plusieurs vacuoles de grandeur différente. Les vacuoles se forment en plus grand nombre soit dans les myxamibes qui se fusionnent déjà en vue de former un plasmode, soit dans les myxamibes de grand volume, qui prennent à eux-seuls le caractère d'un plasmode. La nature des vacuoles n'a pu

être déterminée d'une manière précise, surtout à cause de la difficulté qu'il y a à les observer dans les tissus encore vivants.

Les myxamibes sont disséminés dans les cellules de différente manière. Nous trouvons les uns situés au milieu de la cellule, les autres adhérents à ses parois, d'autres enfin groupés autour du noyau de la cellule, qu'ils entourent quelquefois complètement. On aperçoit le plus souvent dans la même cellule plusieurs myxamibes autour du noyau de la cellule, et d'autres disséminés séparément ou groupés par deux ou trois au milieu de la cellule ou bien auprès des parois cellulaires (Pl. II, fig. 6). Les myxamibes peuvent alors soit être séparés les uns des autres, soit commencer à se fusionner à l'aide des prolongements protoplasmiques. On observe souvent dans la même cellule un certain nombre de zoospores ensemble avec les myxamibes. Il n'est pas rare de voir un ou plusieurs myxamibes dans le noyau cellulaire, quelquefois tout près du nucléole. Si nous examinons les parties de la plante, qui renferment la chlorophylle, comme p. ex. les pétioles, nous pouvons voir les myxamibes entourer par deux ou trois les chloroleucites et les détruire, en prenant ensuite eux-mêmes une coloration plus fortement verdâtre. Cependant on trouve d'habitude, même dans les tissus fortement détériorés par le parasite, un certain nombre de chloroleucites intacts, blottis près des cloisons cellulaires.

Le mouvement des myxamibes est fort lent. C'est une sorte d'oscillation sur place, jointe à un mouvement insensible en avant. On aperçoit d'ailleurs le plus souvent les myxamibes à l'état de repos. Leurs mouvements s'accentuent, si on ajoute à la préparation un peu de solution de Lugol, de teinture d'iode, d'alcool à faible concentration ou d'acide chromique à 1 %. Les amibes semblent alors surexcités et se meuvent pendant quelque temps d'une façon plus énergique.

Les myxamibes sont aussi doués sans doute d'un mouvement rampant amiboïde, ceux surtout qui sont accolés aux parois cellulaires et qui changent de place afin de passer d'une cellule à l'autre. Le fait de l'existence de ce mouvement nous semble indiqué par la conformation spéciale que prend le protoplasme de ces amibes. Ce mouvement cependant est si lent, que nous n'avons pas réussi à le constater d'une façon définitive.

Il est aisé d'apercevoir les myxamibes passer d'une cellule à une autre à travers les cloisons, ou pénétrer dans les espaces in-

tercullaires. Les myxamibes changent alors quelque peu d'aspect. Leur protoplasme devient plus dense, sans vacuoles; leur teinte jaune-verdâtre gagne en intensité, de sorte qu'elle devienne plutôt jaune-olivâtre. Cette intensité de couleur est d'ailleurs assez variable. Les contours des myxamibes s'accentuent, leur forme s'arrondit en demi-sphère, dont le côté plat adhère à la cloison cellulaire. Le myxamibe perce alors la cloison dans un certain point et pousse par ce trou dans la cellule voisine une partie de son protoplasma, qui forme aussi de l'autre côté de la cloison un corps demi-sphérique. Les myxamibes qui transpercent ainsi les cloisons intercellulaires ont l'aspect des clous à deux têtes ou rivets, qu'on emploie pour souder les plaques de fer, seulement leurs têtes sont beaucoup plus bombées.

Après avoir passé d'une cellule dans une autre ou dans un espace intercellulaire, les myxamibes conservent quelque temps encore leur couleur et leur caractère précédent. Tout en demeurant adhérents aux cloisons, ils poussent parfois en même temps des prolongement digités, qui leur donnent un caractère d'amibes rampants.

L'examen des myxamibes passants à travers les cloisons est rendu plus facile par le fait, que ce phénomène est à observer, dans certains points du tissu, sur un grand nombre de myxamibes à la fois. Ainsi, on peut voir parfois les myxamibes pénétrer dans un espace intercellulaire en si grande quantité, que les cloisons cellulaires environnantes en sont toutes couvertes. Il serait fort difficile d'étudier sur un seul myxamibe son passage à travers les cloisons, à cause de l'extrême lenteur avec laquelle ce passage s'effectue. De même, il n'est pas aisé d'apercevoir la partie rétrécie de myxamibe, qui relie ses deux moitiés à travers la cloison, car il faut pour cela réussir à sectionner la cloison immédiatement audessus de l'amibe en voie de passage, autrement la cloison masquera toujours la partie de l'amibe, qui se trouve placée dans son épaisseur. Malgré le grand nombre de préparations que nous avons examinées, nous n'avons pu qu'une seule fois apercevoir d'une manière absolument distincte la partie du myxamibe, engagée dans l'épaisseur de la cloison cellulaire.

Le passage des myxamibes laisse après lui dans les cloisons du parenchyme des betteraves des fissures à contours irréguliers, de forme et de dimensions diverses, qu'on aperçoit soit séparément, soit par groupes. On peut les observer dans les préparations des

racines de betterave, colorées avec du violet de gentiane. Les fissures apparaissent alors distinctement dans les cellules fortement colorées.

La division des myxamibes se laisse observer quelquefois d'une manière très précise. Nous avons obtenu les meilleures préparations, en employant des coupes de betteraves germées, atteintes de brunissure, que nous colorions avec l'hématoxyline de Delafield. Le myxamibe en voie de division est presque sphérique, à contours nets et réguliers. Le noyau du myxamibe s'allonge, s'étrangle vers son milieu et se divise en deux noyaux séparés, qui s'éloignent l'un de l'autre. Cette division du noyau est suivie de la division du corps du myxamibe.

### Plasmodes.

Le plasmode de notre parasite se forme soit par l'accroissement d'un myxamibe, qui prend à lui seul le caractère d'un plasmode, soit — ce qui arrive le plus souvent — par la fusion d'un nombre plus ou moins grand de myxamibes, d'habitude tous ceux qui se trouvent dans la même cellule.

Le passage de l'état de myxamibe à l'état de plasmode est aussi peu défini, que le passage de l'état de zoospore à l'état de myxamibe. Chaque myxamibe peut notamment, en augmentant progressivement son volume et le nombre de ses vacuoles, prendre le caractère d'un petit plasmode, qui se développera ensuite normalement et finira par se diviser en spores. Il est plus facile de définir le moment du passage de l'état de myxamibe à l'état de plasmode, quand ce dernier provient de la fusion de plusieurs ou d'un grand nombre d'amibes, car on peut admettre alors le moment de cette fusion comme correspondant à l'entrée des myxamibes dans la phase de plasmode. Il faut ajouter cependant, que les myxamibes qui commencent à se fusionner, peuvent être chacun plus ou moins avancé dans sa transformation. On voit donc certains des myxamibes qui se fusionnent posséder un grand volume et contenir de nombreuses vacuoles de grandeur variée, de sorte qu'ils ont eux-mêmes chacun l'aspect d'un petit plasmode, tandis que d'autres myxamibes sont encore petits et possèdent le caractère de jeunes amibes.

Quand arrive le moment de la formation du plasmode, tous les myxamibes qui se trouvent dans une cellule — aussi bien ceux qui

entourent le noyau cellulaire, que ceux qui se meuvent librement dans le suc cellulaire, que ceux enfin qui adhèrent aux parois — s'unissent les uns aux autres par des prolongement protoplasmiques hyalins. Ces prolongements qui sont longs, irréguliers et diversement ramifiés, se fusionnent de manière à former un réseau à mailles arrondies, plus ou moins grandes. Les plus grandes mailles se forment près de la cloison cellulaire, quand le plasmode y est attaché, à la manière d'une toile d'araignée (Pl. II, fig. 7).

Le plasmode peut occuper une cellule tout entière ou la remplir en partie seulement. Cela dépend du nombre des myxamibes, qui ont participé à sa formation. Quelquefois le plasmode occupe la moitié ou même un coin seulement de la cellule. Il peut alors être attaché aux parois cellulaires, ou bien occuper le milieu de la cellule. Dans ce dernier cas, le plasmode est formé exclusivement autour du noyau cellulaire, en laissant le reste de la cellule libre; il n'est point alors attaché aux parois, mais il flotte librement avec le noyau dans le suc cellulaire.

Dans les grands plasmodes, qui occupent une cellule tout entière, le noyau cellulaire forme souvent, en quelque sorte, le centre du plasmode. Ce noyau est alors visiblement désorganisé et semble se fondre dans la masse du plasmode (Pl. III, fig. 8). Dans les préparations traitées par le liquide de Flemming, le noyau prend une couleur jaune-brunâtre, ce qui le distingue nettement du protoplasme du parasite. Le plasmode pénètre peu à peu complètement le corps du noyau, de sorte qu'on aperçoit distinctement les noyaux et les vacuoles du plasmode dans la masse désagrégée du noyau cellulaire, qui conserve encore cependant sa coloration foncée. Le nucléole disparaît, et il se forme souvent alors, dans la substance du noyau fondue dans la plasmode, deux ou trois corps arrondis, qui sont des zoosporanges. D'autres fois le noyau cellulaire se dissout simplement dans le plasmode, en lui donnant seulement une coloration plus prononcée. Le noyau cellulaire n'est point cependant indispensable à la formation du plasmode, celui-ci se formant aussi dans les cellules qui ne possèdent pas de noyau et même dans les espaces intercellulaires. On peut aussi parfois voir dans une cellule deux plasmodes indépendants l'un de l'autre, dont un englobe le noyau cellulaire et l'autre n'en renferme point naturellement. Il peut aussi arriver qu'un plasmode occupe une partie

de la cellule et le noyau se trouve dans l'autre partie, libre encore, entouré seulement de plusieurs myxamibes.

Le plasmode provenant de l'accroissement d'un seul myxamibe diffère du plasmode fusionné par ses dimensions réduites, ainsi que par la petitesse de ses vacuoles. Cette dernière circonstance semble résulter du fait, qu'un tel plasmode ne possède que les vacuoles, qui se sont formées à l'intérieur du corps du myxamibe à mesure de son accroissement, mais il ne possède point de ces grandes vacuoles, qui se forment par le fait de la fusion des myxamibes. Les plasmodes issus d'un seul myxamibe se trouvent pour la plupart situés isolément dans les cellules. Cependant, il peut arriver exceptionnellement, que deux on trois myxamibes se développent dans la même cellule en plasmodes séparés, chacun dans un autre coin de la cellule. Mais je n'ai jamais observé, que deux plasmodes puissent se toucher, en se développant, sans qu'ils se fusionnent, et je ne pense pas que cela ait jamais lieu.

En résumant notre description du mode de la formation des plasmodes, nous pouvons conclure, que ces plasmodes proviennent en principe de la fusion d'un nombre plus ou moins grand de myxamibes, mais que cependant, en présence d'une difficulté telle que l'éloignement considérable des myxamibes les uns des autres, ces myxamibes peuvent former chacun séparément un plasmode, capable d'un développement ultérieur parfaitement normal.

Structure des plasmodes. En examinant les plasmodes en état de formation, c'est à dire quand ils présentent un rassemblement de myxamibes se rattachant les uns aux autres par des prolongements protoplasmiques, tout en conservant cependant plus ou moins encore leur indépendance, l'on aperçoit distinctement que les corps de ces myxamibes constituent les foyers de la formation du plasmode. C'est dans ces corps seulement qu'on trouve les noyaux, tandis que le reste du réseau plasmodique en est totalement dépourvu et consiste exclusivement en des filaments transparents. Le fusionnement des myxamibes est accompagné par un accroissement considérable du nombre des noyaux qu'ils renferment. On voit donc couramment, dans cette phase de développement, les noyaux en voie de bipartition.

Un développement ultérieur du plasmode consiste en la diffusion des corps des myxamibes, contenants les nombreux noyaux. Les myxamibes perdent leur formes individuelles, et en même temps on

aperçoit que leur protoplasme à noyaux s'étend sur tout le réseau protoplasmique. Ce réseau devient donc parsemé de noyaux, qui sont les plus nombreux dans ces places, où les myxamibes avaient été réunis en plus grande quantité. Ainsi le centre du plasmode est ordinairement plus riche en noyaux, que les parties touchant aux parois cellulaires (Pl. III, fig. 9). En même temps les noyaux continuent d'une façon énergique à augmenter leur nombre. Le protoplasme à noyaux s'étend de la sorte, qu'il occupe le milieu des filaments protoplasmiques et reste toujours entouré d'hyaloplasma. Dans les gros filaments ou dans les noeuds du plasmode, les noyaux apparaissent en assez grande quantité; dans les filaments fins, ils sont rangés en une seule ligne. La distance, qui sépare un noyau de l'autre, est alors assez considérable, elle peut dépasser en longueur deux et trois fois la dimension du noyau lui-même. Le plasmode à noyaux disséminés diminue le nombre de ses vacuoles, tout en augmentant en même temps le nombre des ramifications de ses filaments, de sorte qu'il perd peu à peu son caractère réticulé et prend une forme, qu'on pourrait comparer à un arbrisseau à branches nombreuses et diversement ramifiées (Pl. III, fig. 11). Ces ramifications renferment les noyaux disséminés dans leur intérieur; elles sont un peu renflées dans les places occupées par ces noyaux, et se rétrécissent dans les intervalles.

Ce changement de la forme réticulée du plasmode en forme ramifiée a lieu graduellement, de sorte qu'on peut voir dans le même plasmode certaines parties ayant pris déjà leur seconde forme, tandis que les autres conservent encore leur caractère primitif. De deux plasmodes, qui se trouvent dans la même cellule, l'un peut être réticulé et l'autre déjà ramifié. Ce changement de caractère a lieu aussi bien dans les grands plasmodes, issus de la fusion de nombreux myxamibes, que dans ceux qui se sont développés d'un seul myxamibe.

Les plasmodes ainsi modifiés remplissent quelquefois — rarement cependant — une cellule tout entière. Le plus souvent, ils n'en occupent qu'une partie; il semble donc que le plasmode, en changeant de forme, se contracte en même temps. Les petits plasmodes réticulés donnent naissance à de petits buissons qui occupent une partie infime de la cellule. Quelquefois le plasmode tout entier n'est formé que par quelques petites branches, attachées par leurs bouts aux cloisons cellulaires; ces branches sont de grosseur inégale et

faiblement ramifiées. S'ils ne sont pas attachés aux parois cellulaires, les plasmodes flottent librement dans le suc de la cellule. Ces plasmodes sont parfois tellement petits, qu'ils se réduisent à un seul bâtonnet très court, muni quelquefois de plusieurs petites ramifications latérales.

Le changement de la forme réticulée du plasmode en forme ramifiée est le précurseur de la division du plasmode en spores.

Les grands plasmodes, attachés aux parois cellulaires, ne semblent pas être mobiles. Il est vrai qu'en examinant dans une goutte d'eau une coupe de betterave vivante, on aperçoit le plasmode se contracter instantanément et devenir une masse informe sans vacuoles. Mais il convient d'attribuer ce mouvement momentané du plasmode plutôt à l'action destructive de l'eau sur le plasmode (comme cela a été observé par Woronine[1]) dans le Plasmodiophora brassicae) qu'à un mouvement normal du plasmode lui-même.

Les petits plasmodes, qui ne sont point attachés aux parois cellulaires, se meuvent dans le suc à la manière des myxamibes, c'est à dire qu'ils sont animés d'une oscillation, jointe à un mouvement lent en avant. L'état du développement du plasmode n'influe point sur ses mouvements; les plasmodes à forme ramifiée se meuvent de même que ceux, qui ont encore leur forme réticulée. Les agents qui rendent plus prononcés les mouvements des myxamibes, agissent de même sur les plasmodes.

Nous n'avons pas observé, qu'un plasmode puisse passer tout entier d'une cellule dans une autre ou dans un espace intercellulaire. On peut cependant voir facilement les plasmodes de plusieurs cellules communiquer entre eux à l'aide de prolongements protoplasmiques, qui percent les cloisons cellulaires et traversent même les espaces intercellulaires. Les plasmodes passent à travers les cloisons d'une façon fort semblable à celle, que nous observons chez les myxamibes. Quand un d'eux se dispose à pénétrer dans une cellule voisine, le protoplasme du parasite se met à pousser vers les cloisons de la cellule qu'il occupe, des prolongements à bouts renflés, à contours nets et d'une coloration plus foncée (Pl. VI, fig. 10, Pl. III, fig. 12). Ces prolongements s'accolent à la mem-

[1]) M. Woronin. Plasmodiophora Brassicae. Urheber der Kohlpflanzen-Hernie. Jahrbuch f. w. Botanik. XI. Bd.

brane cellulaire, la percent et passent de l'autre côté, où ils prennent la forme de rouleaux protoplasmiques, tout en conservant leur teinte olivâtre caractéristique. Quelquefois un rouleau protoplasmique, arrivé dans un espace intercellulaire, passe à travers celui-ci, atteint la cloison opposée, la perce également et pénètre dans la cellule. Il se forme ainsi des cordons protoplasmiques qui traversent plusieurs cellules.

L'étude des plasmodes et la recherche d'une méthode, qui permît de les fixer sans changer leur aspect caractéristique et de les photographier ensuite, ont été la partie la plus difficile de notre travail. Dans les tissus vivants, observés dans une goutte d'eau, les plasmodes à forme réticulée et à nombreuses vacuoles paraissent, il est vrai, d'une manière parfois assez distincte, mais cela dure fort peu de temps, car les plasmodes se désagrègent bientôt. Les plasmodes qui se trouvent dans leur seconde période de développement, c'est à dire quand ils ont leur forme ramifiée, sont plus faciles à étudier sans aucune préparation. Il nous a fallu cependant un temps assez long pour démêler clairement, quel est le rapport entre les deux formes décrites du plasmode, ainsi que pour apercevoir distinctement la structure interne du plasmode.

Les réactifs que nous employions d'abord pour fixer les préparations, de même que les méthodes de coloration et de conservation, avaient pour conséquence directe soit un changement complet de l'aspect des plasmodes, soit leur transparence si grande, que les photographies n'auraient pu donner une idée de la véritable nature du plasmode. Nous avons réussi enfin à obtenir un résultat satisfaisant, en employant comme fixateur le liquide de Flemming à forte concentration. Le liquide de Flemming à concentration faible donnait des résultats meilleurs, il est vrai, que les autres réactifs, mais encore insuffisants. L'acide osmique, en concentration telle que nous la trouvons dans le liquide fort de Flemming, fixe les plasmodes ainsi que les myxamibes dans les tissus, avec leur aspect naturel. Il communique en même temps une teinte foncée aux noyaux et fait aussi le protoplasme du parasite moins transparent, ce qui le rend plus facile à étudier. Quoique l'acide osmique, comme fixateur, agisse en général d'une manière rapide, néanmoins il ne peut qu'assez lentement pénétrer à travers les membranes des tissus végétaux, de sorte qu'on peut remarquer dans des tissus, fixés par ce réactif, certaines parties du tissu fortement imprégnées

par l'acide osmique, tandis que les autres ne trahissent que faiblement l'action du fixateur. La meilleure manière de procéder était la suivante. Des petits morceaux de betterave à étudier étaient plongés pendant 48 heures dans le liquide fort de Flemming. Ils étaient soumis ensuite pendant plusieurs heures à un lavage à l'eau courante, puis placés dans l'alcool à 30°. Au bout de 24 heures nous transportions ces morceaux dans l'alcool à 40°, puis successivement, toujours pendant 24 heures, dans les alcools à 50°, à 60° et à 70°. Ce dernier servait déjà à la conservation définitive des matériaux d'étude. L'emploi des alcools plus forts n'était point nécessaire, car nous faisions nos coupes à la main, sans avoir recours à la paraffine, à la celloïdine ou à d'autres méthodes d'inclusion, qui exigent l'emploi préalable d'alcool à forte concentration, ce qui peut toujours déterminer un changement de l'aspect naturel du microorganisme observé. En procédant de la manière décrite, nous évitions cet inconvénient, tout en obtenant, grâce à la maniabilité du tissu de la betterave, des coupes suffisamment minces. Nous transportions ces dernières dans la gélatine à la glycérine, en vue d'une conservation durable. Les préparations ainsi traitées conservaient parfaitement la structure des plasmodes, ainsi que des myxamibes.

Il convient d'ajouter, qu'on peut observer dans une seule coupe microscopique, convenablement préparée, les différentes formes de développement du *Myxomonas betae.*

## Spores.

Le plasmode, en prenant une forme ramifiée, s'apprête, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, à se diviser en spores. Les noyaux disséminés dans ses ramifications, entourés de protoplasme, constituent les centres de formation des spores. Les ramifications du plasmode se divisent transversalement en autant de petites portions, qu'elles renferment de noyaux, et donnent naissance à autant de spores. Cette division a lieu dans une seule direction, si les ramifications sont minces, mais elle s'effectue dans trois directions, quand le plasma du plasmode forme des masses de grosseur considérable, qui englobent un grand nombre de noyaux. Dans le premier cas, les spores qui se forment sont alignées à la manière des grains d'un chapelet, dans le second — elles forment des groupes irréguliers, correspondants aux masses protoplasmiques, dont elles sont issues

Il n'y a, comme de raison, aucune différence essentielle dans le mode de formation des unes et des autres.

Les spores sont des corpuscules sphériques ou légèrement ovoïdes, mesurant 1 à $1^1/_2$ $\mu$ de diamètre (Pl. II, fig. 13). Dans les coupes du tissu vivant ou conservé dans l'alcool, les spores se présentent dans les cellules sous l'aspect de masses incolores ou légèrement teintées de jaune-olivâtre, composées de corpuscules arrondis. A côté de ces masses, on peut apercevoir, çà et là, des spores éparpillées, dont la forme et la dimension se laissent examiner assez distinctement, sans l'aide d'une coloration quelconque. La structure interne des spores dans ce cas n'est pas cependant suffisamment accentuée. Les spores présentent alors l'aspect de corpuscules protoplasmiques, à contours nets, à surface lisse, incolores ou plutôt colorés d'une très légère teinte jaune-verdâtre, propre au protoplasme du parasite.

Les spores se laissent facilement colorer avec le violet de gentiane ou la thionine. On les aperçoit distinctement aussi dans les coupes faites des tissus, conservés pendant quelque temps dans l'acide chromique à $1^0/_0$. Mais on obtient des préparations particulièrement réussies, em employant l'acide osmique, qui colore les spores et fait en même temps ressortir leur structure. En traitant les spores avec l'acide osmique ou avec un des colorants cités ci-dessus, on aperçoit distinctement la membrane des spores, qui se colore en bleu foncé par la thionine et en brun par l'acide osmique, et leur contenu plus clair. Au milieu de la spore, on distingue un petit noyau coloré en brun par l'acide osmique.

Les spores sont placées librement dans les cellules et dans les espaces intercellulaires, sans être enveloppées d'une membrane commune quelconque. Elles sont donc mises en liberté et dispersées à la suite de la destruction du tissu de la plante. (Pl. III, fig. 14 et Pl. VI, fig. 15).

Le nombre des spores et leur disposition à l'intérieur des cellules sont très variables. Quelquefois nous ne trouvons dans une cellule que plusieurs spores, provenant d'un petit plasmode. D'autres fois les spores remplissent la cellule presque entièrement. Ce dernier cas a lieu rarement; le plus souvent une partie seulement de la cellule est occupée par les spores. Quand elles sont peu nombreuses, elles se groupent d'habitude près des cloisons cellulaires. Les spores peuvent se former non seulement dans l'intérieur des cellu-

les, mais aussi, comme nous l'avons mentionné déjà, dans les espaces intercellulaires. Même les espaces intercellulaires sont très souvent absolument bourrés de spores, tandis que les cellules en sont rarement complètement remplies.

Les spores se forment dans toutes les parties de la plante attaquée par le parasite, aussi bien dans les racines, que dans les pétioles et les limbes des feuilles et dans les tiges des jeunes plantes. Il s'en forme cependant d'autant moins, que le protoplasme du parasite est plus exposé à un dessèchement rapide. Là où ce plasma, à la suite de la destruction rapide du tissu, est menacé de manque d'eau, il a plutôt une tendance à s'enkyster, qu'à se diviser en spores. Ainsi, nous trouvons le plus petit nombre de spores dans les cellules des limbes et des couches externes du tissu des pétioles. En revanche, le plus grand nombre de spores est à trouver dans les couches internes du parenchyme des pétioles et surtout dans les tissus des racines.

Il convient de noter le changement de la nature des ramifications du plasmode, à mesure que celui-ci approche du moment de sa division en spores. Le protoplasme des myxamibes et des plasmodes ne fixe pas les matières colorantes; l'acide osmique même, qui le fait se dessiner plus distinctement, ne le colore presque point. A mesure cependant que s'approche la division définitive du plasmode en spores, la couche externe de son protoplasme change de caractère, en devenant apte à fixer les matières colorantes. L'acide osmique lui communique alors une couleur foncée, brune ou noirâtre. Ainsi, les plasmodes à forme ramifiée se colorent par l'acide osmique d'autant plus fortement, qu'ils sont plus âgés et proches à se diviser en spores. Dans les plasmodes jeunes les noyaux seuls se colorent. Nous voyons de la sorte, que la couche externe du protoplasme, qui doit former par la suite les membranes des spores, change de nature peu à peu, et que ce changement commence longtemps avant la formation définitive des spores.

La germination des spores, en raison de leurs très petites dimensions, n'est pas facile à observer. On obtient les meilleurs résultats en laissant tomber une goutte de suc d'une racine malade sur un couvre-objet, qu'on chauffe ensuite légèrement afin d'évaporer l'eau, jusqu'à la dessication complète du suc. On y laisse tomber alors une goutte d'eau stérilisée, de manière à pouvoir arranger ce qu'on appelle: une goutte suspendue. Dans cette goutte, on peut ob-

server facilement la germination des spores, qui par suite de la dessication du suc, adhèrent à la surface même du couvre-objet. Nous procédions encore d'une seconde manière, en plaçant notamment des morceaux de racines malades dans un lieu sec, où nous les conservions jusqu'à leur dessication complète. Nous les pulvérisions ensuite, puis nous mélangions cette poudre avec une certaine quantité d'eau stérilisée et nous faisions passer ce liquide à travers une toile. Nous obtenions de cette manière un liquide assez clair, qui renfermait cependant de grandes quantités des spores du *Myxomonas*, qui avaient passé à travers la toile. De ce liquide nous préparions enfin des gouttes suspendues, à la manière ci-dessus décrite.

Quand la spore se met à germer, il en sort d'abord la tête de la zoospore, de sorte qu'on voit alors deux corpuscules sphériques, accolés ensemble, dont l'un est la spore elle-même et l'autre la tête de la zoospore. Cette dernière s'éloigne peu à peu de la spore, et alors on aperçoit, qu'elle y est rattachée encore par un fil mince, qui est le flagellum de la zoospore. Après s'être quelque peu écartée de la spore, la zoospore se met à faire des mouvements d'oscillation en tous sens. Ces mouvements aboutissent au dégagement définitif du flagellum de la zoospore de l'intérieur de la spore immobile. Il ne reste alors de la spore qu'une membrane vide et incolore (Pl. II, fig. 16).

La germination des spores est de longue durée. Ainsi p. ex., on peut observer pendant quatre heures une zoospore s'agiter au bout de son flagellum, qui seul la rattache encore à la spore, et ne point parvenir à la voir se détacher complètement. La lenteur de la germination est donc la cause, qu'il est fort difficile d'observer ce processus complet sur une même spore.

Au bout de trois jours, à partir du moment où la goutte suspendue avait été placée sous le microscope, nous y apercevions déjà des zoospores et des membranes vides des spores germées, ainsi que des nombreuses spores en diverses phases de leur germination.

## Kystes.

De toutes les formes de développement du *Myxomonas*, les kystes se laissent apercevoir et étudier le plus facilement. Ce sont eux qui ont d'abord attiré notre attention et ont servi de point de départ à nos observations sur le *Myxomonas*.

Les kystes sont des corps sphériques, parfois un peu anguleux, surtout s'ils étaient serrés pendant qu'ils se formaient. Leurs dimensions sont assez variables; les kystes mesurent en moyenne 5 $\mu$ de diamètre. Ils sont de couleur brune foncée; leur surface est parfaitement lisse (Pl. IV, fig. 17).

Les kystes sont placés dans les cellules soit isolément, soit par groupes. Dans ces groupes, ils sont disposés tantôt d'une manière désordonnée, tantôt en ligne droite ou en cercle, ce qui dépend de la forme des masses protoplasmiques dont ils sont issus. Les kystes ont l'aspect de sphères brunes, à structure homogène; en les étudiant cependant d'une manière plus précise, on peut distinguer une épaisse membrane foncée entourant un contour plus clair (Pl. II, fig. 18).

On obtient les meilleurs matériaux à étudier les kystes, en employant les morceaux de pétioles de betterave, qui portent des taches noires. Il est utile de prendre ces morceaux pour les étudier, avant que la flore des champignons saprophytes y ait réussi à se développer. Dans les coupes transversales, aussi bien que dans les coupes longitudinales de ces pétioles, on aperçoit des kystes d'autant plus nombreux, qu'on approche plus de la surface extérieure de la tache. En écorchant délicatement la surface d'une tache brune, on obtient des morceaux d'épiderme, dans les cellules duquel les kystes sont les plus nombreux et les plus faciles à étudier. On en trouve jusqu'à vingt parfois dans une cellule.

Les kystes peuvent se former soit par l'enkystement des myxamibes, et ils sont alors disséminés isolément, soit par l'enkystement se produisant sur des plasmodes, et dans ce cas ils forment un groupement plus ou moins nombreux. Chaque plasmode menacé de manque d'eau, qui empêcherait son développement au moment où il n'est pas encore prêt à se diviser en spores, se met à produire des kystes. Le protoplasme qui se dispose à former un ou plusieurs kystes, subit un changement caractéristique. Il perd ses vacuoles, devient plus dense et change sa couleur normale en une couleur olivâtre, ou même légèrement brune. Enfin les masses protoplasmiques se mettent à prendre des contours arrondis. L'aspect de ce protoplasme rappelle beaucoup celui du protoplasme, qui est en train de passer à travers les cloisons cellulaires.

Le protoplasme en voie d'enkystement se rassemble dans les cellules soit en masses irrégulières à contours arrondis, soit en cor-

dons à forme de fuseau. Dans ces masses protoplasmiques, les contours des kystes commencent à se dessiner légèrement. Les lignes de ces contours deviennent de plus en plus distinctes, et les corps sphériques qui se forment ainsi prennent une teinte de plus en plus brune. Nous n'apercevons enfin dans la cellule que des kystes placés librement, dans le même ordre dans lequel ils se sont formés.

Si c'est un myxamibe qui est en voie d'enkystement, il change de la même manière la structure de son protoplasme et sa couleur. Sa surface s'arrondit en boule, brunit de plus en plus fortement et l'amibe devient un kyste pareil à ceux précédemment décrits, seulement d'un volume généralement plus petit.

Les kystes ont visiblement pour but la conservation de la vie du parasite, durant les périodes défavorables à son développement et notamment pendant les moments, où son protoplasme est menacé de manque d'eau. Aussi, ils se forment principalement dans ces organes de la plante, où le *Myxomonas* peut souffrir le plus facilement de la sécheresse, c'est à dire dans les limbes et dans les couches externes du tissu des pétioles. Dans les racines on ne rencontre les kystes qu'exceptionnellement. Dans les limbes, dont les tissus envahis par le parasite peuvent se dessécher très rapidement, les kystes proviennent le plus souvent de l'enkystement des myxamibes et sont dispersés séparément. Dans les pétioles, où le processus de dessication du tissu est plus lent et plus difficile, les kystes apparaissent au contraire le plus souvent réunis en groupes, car ils proviennent surtout de l'enkystement des plasmodes. On peut voir parfois le protoplasme du parasite former dans une cellule des kystes, pendant que dans la cellule voisine, où le plasmode était plus avancé, il se divise en spores. On peut même rencontrer des kystes et des spores dans une même cellule.

La période de sécheresse passée, les kystes donnent lieu au développement des zoosporanges. Ces derniers peuvent cependant se former aussi, en certains cas, dans les plasmodes qui n'ont point passé par la forme de kystes.

Il ne semble pas que le protoplasme enkysté du *Myxomonas* exige un temps de repos déterminé. Si l'on place des morceaux d'épiderme, renfermant de nombreux kystes, dans un milieu humide, on peut voir çà et là au bout de quatre jours déjà, des traces du retour du protoplasme enkysté à la vie active. Après trois semaines, la plupart des kystes produisent déjà des myxamibes. Dans ces

morceaux d'épiderme, il est donc facile de suivre le processus de la germination des kystes, soit dans une goutte suspendue, soit en plaçant les morceaux sur du papier buvard imbibé d'eau, dans des tubes à essai stérilisés, pour les examiner ensuite de temps en temps au microscope. Cette observation est cependant après quelque temps rendue difficile par le fait de l'envahissement de la surface et ensuite aussi de l'intérieur des tissus par un grand nombre des bactéries et de levures. Cela n'empêche pas d'une manière absolue l'examen du *Myxomonas* dans les tissus, mais cela rend cet examen plus difficile et moins précis.

Ayant remarqué, que si l'on plaçait, pour les conserver, des morceaux de tissu malade dans l'alcool faible, le protoplasme du parasite y conservait assez longtemps sa vitalité et son aptitude à se développer, nous utilisâmes cette observation dans le but d'obtenir des matériaux d'étude, libres des levures et des bactéries, ainsi que des germes des moisissures. Nous obtenions les meilleurs résultats en procédant de la manière suivante. Nous placions dans l'alcool à 50° des petits morceaux de betteraves malades, de préférence des morceaux de pétioles. On peut d'ailleurs placer aussi dans l'alcool des coupes microscopiques déjà faites. Nous conservions ces morceaux ou ces coupes dans l'alcool pendant trois jours, après quoi nous les lavions avec de l'eau stérilisée et nous les placions sur du papier buvard mouillé, dans des tubes à essai stérilisés. Dans la plupart des cas, ce bain de trois jours dans l'alcool stérilisait le sujet complètement, sans détériorer aucunement les kystes du *Myxomonas*, qui, une fois le tissu placé en des conditions favorables au parasite, se développaient normalement. Nous obtenions ainsi en quelque sorte des cultures pures artificielles du *Myxomonas* dans les cellules mortes du tissu des betteraves, où nous pouvions ensuite suivre les diverses phases de développement du parasite.

Au bout de plusieurs jours déjà, on peut apercevoir dans les tissus à kystes, qui séjournent dans l'atmosphère humide des tubes à essai, le retour progressif du protoplasme enkysté à l'état de protoplasme libre. Ce retour se produit de deux manières, qui dépendent de l'état des kystes dans le moment donné.

Dans les kystes, qui n'étaient pas encore mûrs au moment où les matériaux d'étude avaient été pris, dont la membrane donc, tout en se distinguant du contenu intérieur, n'était pas encore fortement brunie, c'est une dissolution de cette membrane qui a simplement

lieu. Les cloisons des kystes perdent leurs contours définis et se fusionnent avec leur contenu. Si les kystes formaient un groupe, ils se fusionnent alors ensemble en une seule masse protoplasmique, qui ne diffère en rien, par son aspect extérieur, des masses protoplasmiques qui se préparent à se diviser en kystes. Nous voyons donc ici simplement un retour du protoplasme à l'état précédent, retour déterminé par un changement de circonstances et notamment par l'abondance de l'eau, dont le manque avait préalablement forcé le protoplasme à s'enkyster. Les masses protoplasmiques, qui proviennent de la dissolution des kystes, commencent de suite à former des zoosporanges dans les cellules du tissu des betteraves, un ou plusieurs zoosporanges par cellule.

Les kystes mûrs, doués d'une membrane fortement brunie, se comportent d'une manière différente. Sous l'influence de l'humidité, ces kystes se gonflent visiblement, leurs membranes se font plus claires et les contours internes de ces membranes deviennent moins distincts. Il se forme alors dans un certain point du kyste une petite saillie de forme pyramidale, qui s'allonge de plus en plus, de sorte que les kystes dans cette phase ressemblent aux spores germantes des champignons (Pl. IV, fig. 19). Peu à peu tout le contenu du kyste passe dans ce prolongement et il ne reste du kyste qu'une membrane vide (Pl. IV, fig. 20). On peut voir simultanément, dans une même cellule, des kystes qui n'ont pas encore commencé à germer, d'autres en voie de germination et enfin quelques-uns déjà vides. A côté de ceux-ci on peut observer les myxamibes qui en sont issus. D'habitude un kyste ne pousse qu'un seul prolongement, où il déverse son contenu, en formant un seul myxamibe. Il arrive cependant d'apercevoir certains kystes former deux prolongements.

Les myxamibes qui sortent des kystes prennent une forme arrondie et se fusionnent bientôt en des masses protoplasmiques de grandeur considérable (Pl. II, fig. 21). On peut apercevoir en même temps une tendance du protoplasme du parasite à se dégager des couches plus profondes du tissu et à se diriger vers sa surface. Les myxamibes isolés et les masses protoplasmiques provenant de la fusion des myxamibes passent des couches plus profondes du tissu aux cellules du périderme, qu'elles remplissent. Elles percent ensuite la membrane externe du périderme et se rassemblent à sa surface (Pl. IV, fig. 22). Cette tendance à sortir des tissus de la

plante nourricière est provoquée visiblement par l'humidité du milieu ambiant. Elle se revèle dans tout le protoplasme du parasite, qui n'est pas en état de division en spores. On voit donc sortir à la surface des tissus les masses protoplasmiques, issues de la fusion des myxamibes provenants des kystes normalement germés, aussi bien que celles qui proviennent de la dissolution des jeunes kystes, que celles enfin qui au moment donné se préparaient seulement à former des kystes. Les masses de protoplasme, une fois rassemblées à la surface du tissu, se mettent à y former des zoosporanges. Les zoosporanges se forment cependant aussi, quoique en beaucoup moins grand nombre, dans les cellules et les espaces intercellulaires du tissu même des betteraves. On les trouve le plus souvent dans les couches externes des tissus.

### Zoosporanges.

Les zoosporanges sont une seconde forme de fructification du *Myxomonas betae*. Ce sont des corps sphériques, à contours incomplètement réguliers, assez grands, car ils mesurent en moyenne 15 à 20 $\mu$ en diamètre. Ces corps possèdent deux membranes, qu'on peut facilement distinguer l'une de l'autre, sans employer des matières colorantes ou des réactifs quelconques. La membrane externe est mince, de $1^1/_2$ $\mu$ d'épaisseur, de couleur brune. Elle n'est point lisse, mais elle forme des aspérités, qui donnent aux zoosporanges, vus par le milieu, une forme anguleuse. Les endroits minces de la membrane externe correspondent aux ouvertures futures du zoosporange. La membrane interne, épaisse de 3 $\mu$, est incolore, mais néanmoins fort distincte, à contours extérieurs et intérieurs parfaitement nets.

L'intérieur des zoosporanges renferme, selon leur état de maturité, soit un protoplasme formant une masse homogène claire, soit un protoplasme divisé déjà en un certain nombre de masses séparées, soit une quantité de corpuscules sphériques immobiles, soit enfin des zoospores animées.

On trouve dans les cellules du tissu des betteraves des zoosporanges, qui se forment parfois dans les plasmodes réticulés. Ces plasmodes alors emploient une partie de leur protoplasme à former un, deux ou trois zoosporanges, tandis que le reste du plasmode passe à la forme ramifiée et se divise en spores. On peut apercevoir les zoosporanges se former ainsi dans les pétioles de bettera-

ves et exceptionnellement aussi dans le tissu parenchymateux des racines. Toutefois la naissance des zoosporanges dans les plasmodes réticulés a lieu plutôt rarement et semble exiger des conditions de milieu spéciales, que nous ne saurions encore définir. Nous nous bornons donc à noter le fait, qu'il arrive parfois d'observer dans le tissu d'une pétiole malade des zoosporanges se former de la manière susmentionnée en assez grand nombre, tandis que d'autres fois les tissus de pétioles pareilles ne laissent apercevoir aucun zoosporange et on y voit le protoplasme se diviser exclusivement en spores.

La formation des zoosporanges dans les plasmodes réticulés a lieu de la manière suivante. Il se forme d'abord dans la masse du plasmode des cercles de grandeur assez variable, comme tracés au compas, qui se détachent du reste du protoplasme. Cette ligne, d'abord assez peu distincte, se dessine ensuite de plus en plus nettement. Elle constitue le contour extérieur de la membrane interne du futur zoosporange. Bientôt après, le contour intérieur de cette membrane commence à être visible à son tour. Nous voyons donc que la membrane interne, épaisse et incolore, se forme aux dépens du protoplasme du zoosporange lui-même. La membrane externe est formée au contraire par le protoplasme du plasmode, entourant le zoosporange, c'est à dire par le protoplasme qui n'était pas englobé dans le cercle primitivement tracé.

Les zoosporanges peuvent se former dans n'importe quelle partie du plasmode réticulé, de préférence cependant dans cet endroit, où a eu lieu la dissolution du noyau cellulaire. On observe souvent un ou deux grands zoosporanges se former au milieu du noyau désagrégé, à l'endroit qu'occupait le nucléole, tandis que le reste du plasmode ne forme aucun sporange (Pl. V, fig. 23). Nous nous expliquons cette tendance du parasite à former ses zoosporanges dans la substance même du noyau cellulaire, par le fait, que le plasmode y est nourri le plus abondamment. Comme il arrive cependant aussi de voir des zoosporanges se former dans une partie du plasmode éloignée du noyau cellulaire, il en faut conclure, que la présence de la substance désagrégée du noyau n'est pas indispensable à la formation des zoosporanges.

Les zoosporanges, tout en pouvant se produire dans les plasmodes réticulés, se forment cependant principalement dans les masses protoplasmiques denses et privées de vacuoles. Cette consistance du protoplasme est d'autre part, comme nous le savons, propre aussi

au protoplasme qui se dispose à passer à travers les parois cellulaires. Les masses protoplasmiques, dépourvues de l'aspect typique des plasmodes et devant ensuite former des zoosporanges, peuvent provenir soit de la fusion des myxamibes primitifs, soit de celle des myxamibes issus des kystes. Quelle que soit leur origine, ces masses protoplasmiques, si elles rencontrent des conditions favorables d'humidité dans le milieu ambiant, tendent toujours à s'échapper de l''intérieur des tissus morts. Après avoir percé les cloisons externes des cellules de l'épiderme et s'être échappées en dehors, les masses protoplasmiques du parasite se mettent à former de nombreux zoosporanges, soit à la surface même des restes des limbes et des pétioles en voie de décomposition, soit dans le milieu environnant. La mort du tissu et sa désagrégation semble être ici la condition déterminante de cet exode général du protoplasme du *Myxomonas* vers l'extérieur; nous voyons ce phénomène se produire toujours, dès que le tissu mort d'une betterave, attaqué par le *Myxomonas*, se trouve placé dans un milieu humide, même si le protoplasme du parasite n'avait point encore passé par la période d'enkystement, comme cela a lieu p. ex. dans les jeunes plantes de betteraves germantes sur du papier buvard dans les boîtes de Pétri, et détruites par la brunissure. Les racines et les jeunes tiges de ces plantes, en se décomposant, produisent soit à leur surface, soit sur le buvard humide dans leur voisinage immédiat — des zoosporanges innombrables. Le protoplasme du *Myxomonas* dans les plantes cultivées de la façon susmentionnée, dans l'atmosphère humide des boîtes de Pétri, ne s'enkyste que rarement. Nous voyons donc alors, que le protoplasme du *Myxomonas*, s'il n'est pas encore divisé en spores au moment de la mort du tissu de la plante nourricière, se rassemble à la surface des tissus sans avoir passé par une période d'enkystement et y forme de nombreux zoosporanges.

Cependant, le protoplasme du *Myxomonas* qui doit former des zoosporanges, ne sort jamais des tissus dans toute sa masse. Une partie de ce protoplasme reste toujours dans l'intérieur et forme des zoosporanges dans les cellules des couches externes, surtout dans celles de l'épiderme (Pl. III, fig. 24). Dans les plantes germantes, mortes de brunissure, nous rencontrions aussi assez souvent des zoosporanges se formant dans les espaces intercellulaires.

Quel que soit le lieu, où les masses protoplasmiques doivent produire des zoosporanges, ceux-ci se forment toujours de la même

manière. Une partie du protoplasme s'entoure d'une ligne tracée en cercle régulier, et cette ligne constitue la limite de la membrane interne du zoosporange futur. Cette membrane se forme de la masse du protoplasme ainsi circonscrite, pendant que la membrane externe se développe aux dépens du protoplasme, qui reste en dehors de cette ligne. La formation des membranes internes et externes peut être simultanée. Il arrive cependant aussi, que la membrane interne est déjà complètement développée, tandis que la membrane externe est encore fort peu distincte. Quelquefois au contraire, c'est cette dernière qui se forme plus tôt que la membrane interne.

Dans les cas, où les zoosporanges se forment des masses protoplasmiques qui proviennent de la dissolution des jeunes kystes, on peut apercevoir souvent, que la ligne circulaire primitive, qui trace les limites de la membrane interne du zoosporange, englobe outre le protoplasme un ou plusieurs kystes pas encore dissous et qui conservent encore leurs parois. Ces kystes se dissolvent donc finalement dans le corps même du zoosporange, durant son développement.

Le protoplasme, qui remplit les zoosporanges, est d'abord homogène, mais bientôt il commence à subir des modifications. Au centre du zoosporange, il se forme dans le protoplasme homogène une masse circulaire plus foncée, se détachant nettement du reste. Ensuite, au centre de cette masse foncée apparaît un point clair, qui s'élargit de plus en plus, en refoulant le protoplasme foncé vers les parois du zoosporange, de sorte que ce protoplasme est réduit définitivement à une couche mince, qui tapisse la membrane interne du zoosporange, dont tout l'intérieur est occupé par le protoplasme clair (Pl. V, fig. 25).

Alors commencent à apparaître des vacuoles dans le protoplasme, d'abord au centre seulement du zoosporange, ensuite dans tout le protoplasme clair qui le remplit. Les vacuoles, qui se forment les premières, sont relativement grandes; à mesure cependant que leur nombre s'accroît, elles se font plus petites et le protoplasme prend un aspect réticulé, qui passe enfin en un aspect granuleux. Nous voyons alors l'intérieur du zoosporange rempli par des petits corpuscules protoplasmiques, de forme arrondie. Ces corpuscules sont des zoospores déjà formées, qui bientôt se mettent à se mouvoir dans le zoosporange. Comme ils sont fort nombreux, de manière à remplir tout l'intérieur du zoosporange, ils présentent le tableau d'un

grouillement énergique. Dans la membrane interne du zoosporange, aux points correspondants aux places amincies de la membrane externe, il se forme alors de nombreuses ouvertures rondes ou légèrement ovales (Pl. II, fig. 26). La membrane externe est percée à son tour, et définitivement les zoospores s'échappent du zoosporange et se dispersent dans le milieu ambiant. La formation des ouvertures dans la membrane du zoosporange semble n'avoir lieu qu'au bout d'un laps de temps assez long à partir du moment, où les zoospores ont commencé à se mouvoir dans l'intérieur du zoosporange. On peut voir des zoosporanges à zoospores grouillantes énergiquement, sans qu'ils présentent encore des traces d'ouvertures dans leurs parois. Nous n'avons pu remarquer aucune différence parmi les zoospores issues des zoosporanges et celles qui proviennent des spores.

Nous avons aperçu les zoosporanges la première fois dans l'eau, où trempaient depuis trois semaines des pétioles et des limbes desséchés de betteraves malades. Mais, prenant ces corps pour des microorganismes étrangers, nous n'attachions aucune importance à leur découverte. Au cours de nos observations ultérieures, notre attention fut attirée par le fait, que ces corps apparaissaient toujours en grand nombre toutes les fois, qu'un tissu mort ou décomposé, envahi par le *Myxomonas*, était placé dans un milieu humide. Mais alors encore nous n'apercevions aucune relation entre ces corps et le parasite, qui était l'objet de nos études. Nous soupçonnions plutôt ces corps d'être les formes de fructification d'un champignon saprophyte inconnu, se développant sur les tissus détruits des betteraves. On observe notamment le mycélium abondant d'un champignon, ne formant point de spores, se développer entre autres saprophytes sur les tissus détruits par le *Myxomonas* et placés dans un milieu humide. La supposition, que les jeunes zoosporanges observés ne sont que les sporanges en formation d'un champignon inconnu, semblait confirmée par le fait, qu'il arrive souvent d'apercevoir un filament du mycélium susmentionné aboutir à un jeune zoosporange, de telle façon, que celui-ci semble tenir au bout du filament et être en relation intime avec lui.

C'est du moment seulement, où nous réussîmes à obtenir des cultures pures du *Myxomonas* de la manière précédemment décrite, c'est à dire en plaçant des tissus malades, convenablement stérilisés, dans un milieu humide et stérilisé, que nous sommes arrivés

à pouvoir regarder les zoosporanges comme appartenant au cycle de développement du *Myxomonas*. Il est aisé alors d'observer dans les tissus morts et ne contenant point d'autres organismes vivants que le *Myxomonas*, la dissolution des kystes ou leur germination et la formation immédiate, dans les masses protoplasmiques issues de là, de nombreux zoosporanges, aussi bien à l'intérieur du tissu de betterave, qu'à sa surface. Comme d'autre part nous avons pu apercevoir, dans certaines circonstances, le protoplasme du parasite, enfermé dans une même cellule, se diviser en spores et former en même temps un ou plusieurs zoosporanges, nous commençâmes à tenir pour établi, que les zoosporanges ne sont qu'une deuxième forme de fructification du *Myxomonas betae*. Nos observations ultérieures sur la formation des zoosporanges dans les plasmodes caractéristiques réticulés, vinrent confirmer notre opinion.

Quant au fait de la formation supposée des jeunes zoosporanges au bout des filaments du mycélium d'un champignon, des observations plus précises vinrent nous démontrer, que ce champignon n'est qu'un parasite attaquant et détruisant les jeunes zoosporanges. Le filament du champignon, en rencontrant un jeune zoosporange, grossit à son extrémité en forme d'ampoule, s'accole à la membrane du zoosporange et absorbe son protoplasme. Les zoosporanges, auxquels adhérent les filaments du mycélium susmentionné, sont pour la plupart vidés partiellement, en conséquence de quoi ils se contractent et périssent finalement (Pl. VI, fig. 27).

Nous rencontrions couramment les zoosporanges du *Myxomonas*, en examinant les jeunes plantes de bettteraves, semées dans de la terre ou dans du sable et détruites par la brunissure. Nous les trouvions aussi dans les enveloppes des graines de betteraves, placées pendant deux ou trois semaines dans un milieu humide, ce qui nous semble être un fait fort important dans l'histoire du développement de ce parasite. Dans les cellules du tissu des enveloppes des graines, on aperçoit des masses protoplasmiques en train de former des zoosporanges, aussi bien que des zoosporanges développés et d'autres vides déjà et criblés de trous. Dans le courant de l'hiver de 1904/5 et du printemps de 1905, nous avons fait de nombreux semis de betteraves sur du papier buvard humide, dans des boîtes de Pétri. Nous observions toujours au bout de quelques semaines, et quelquefois même après 11 jours déjà, des nombreux zoosporanges à la surface des graines et sur le papier buvard dans leur voisinage immédiat,

aussi bien qu'un certain nombre de zoosporanges dans les cellules mêmes des enveloppes des graines (Pl. V, fig. 28). Les résultats étaient toujours les mêmes, indépendamment de la race des betteraves semées; les graines des betteraves sucrières, aussi bien que celles des betteraves fourragères et potagères, se comportaient de la même manière.

La présence du *Myxomonas* dans des tissus des enveloppes des graines nous explique pourquoi, malgré la stérilisation superficielle des graines, toutes les plantes germantes dans nos cultures artificielles périssaient de la brunissure.

### Classement.

En considérant ce qui vient d'être décrit sur la nature et le mode de vie du *Myxomonas betae,* nous voyons que ce microorganisme est le plus rapproché dans l'ordre de la nature du *Plasmodiophora Brassicae* (Woronin)[1], et cela aussi bien par son mode de vie, que par sa manière de former des spores sans sporanges dans les cellules de la plante attaquée. Nous voyons aussi chez ces deux parasites une formation semblable de plasmodes, provenant de la fusion d'un nombre plus ou moins grand de myxamibes, ce qui a été démontré pour le *Plasmodiophora* par Nawaschin[2]. Cependant le *Myxomonas* diffère fondamentalement du *Plasmodiophora* par le fait de former des kystes et des zoosporanges, qui manquent totalement au *Plasmodiophora.* Outre ces différences principales, il en existe encore de moins importantes, comme: l'aptitude des myxamibes du *Myxomonas* à passer à travers les cloisons cellulaires, ce qui, d'après Nawaschin, n'a point lieu chez le *Plasmodiophora*; les dimensions beaucoup plus réduites des spores du *Myxomonas* et leur aptitude à se former indifféremment dans les cellules et dans les espaces intercellulaires des plantes; la vie du *Myxomonas* aussi bien dans les parties aériennes que souterraines de la plante attaquée, ect.

En tâchant de classer d'une manière précise le microorganisme que nous venons de décrire, nous nous trouvons en présence de certaine difficulté. Elle est créée par le fait, que les auteurs les plus

[1]) Woronin. Plasmodiophora brassicae, loc. cit.

[2]) Nawaschin. Beobachtungen über den feineren Bau und die Umwandlungen von Plasmodiophora brassicae Woron. im Laufe ihres intercellularen Lebens. Flora 1899, Bd. 86. (Page 404).

éminents diffèrent sensiblement entre eux dans leur système de classification des microorganismes végétaux inférieurs, proches aux Myxomycètes, mais ne pouvant néanmoins être rangés dans ce groupe. Van Tieghem [1]) place simplement ces organismes parmi les champignons inférieurs (Oomycètes) et en forme la famille des Vampyrellées. Il en excepte cependant le *Plasmodiophora,* qu'il range dans la famille des Chytridiacées, en le regardant comme une forme de transition parmi les Oomycètes et les Myxomycètes. Nous n'avons pas à nous prononcer ici sur la justesse des principes, servants de base à cette classification; il convient cependant de remarquer, que suivant celle-ci le *Myxomonas* se trouverait placé entre les deux groupes: les Vampyrellées et les Chytridiacées, se rapprochant du premier par le fait de la formation des zoosporanges, et du second par ses traits de parenté avec le *Plasmodiophora.*

Schröter [2]) forme pour le *Plasmodiophora* et ses semblables (*Phytomyxa, Tetramyxa, Sorosphaera*) le groupe des Phytomyxineae, et place tout à fait à part les autres microorganismes proches aux Myxomycètes, en proposant pour eux le nom de Myxozoa. Le *Myxomonas* ne saurait alors tenir ni dans le groupe des Phytomyxineae, puisqu'il forme des zoosporanges, ni dans celui des Myxozoa, vu sa formation de spores libres et son mode de vie qui le rapproche manifestement du *Plasmodiophora.*

Le système de classification, qui nous semble le mieux convenir dans le cas actuel, est celui de Zopf [3]), basé sur Cienkowski.

D'après ce système, les microorganismes végétaux, apparentés aux Myxomycètes, forment le groupe des Monadineae, dont le caractère principal, qui les distingue des Myxomycètes proprement dits, est d'une part la formation des zoosporanges et de l'autre — leur mode de vie parasitaire. Ce groupe se divise en deux sous-groupes: les Mon. azoosporeae (Zopf) et les Monadineae zoosporeae (Cienkowski), qui diffèrent entre eux par le fait de posséder ou de non posséder des zoospores.

[1]) Van Tieghem. Traité de botanique. 2-me partie. Paris 1891. (Page 1062 et 1063).

[2]) Die natürlichen Pflanzenfamilien. A. Engler und W. Prantl. 1 Teil. 1 Abteilung. Leipzig 1897.

[3]) Dr. A. Schenk. Handbuch der Botanik. Breslau 1887. Die Pilzthiere oder Schleimpilze — par le dr. W. Zopf.

D'après ce système de classification, le *Myxomonas* appartiendrait au groupe des Monadineae, sous-groupe Mon. zoosporeae. Ce dernier compte dans le système de Zopf trois familles: les *Pseudosporeae,* les *Gymnococcaceae* et les *Plasmodiophoreae.* Les deux premières renferment les organismes qui forment des zoosporanges, mais ne produisent point de spores libres, tandis que les *Plasmodiophoreae* ne forment pas de zoosporanges, mais se reproduisent exclusivement par les spores librement disséminées dans les cellules de la plante nourricière. En présence du fait, que la différence essentielle parmi ces trois familles consiste dans leur mode de reproduction, soit par les zoosporanges, soit par les spores libres, le *Myxomonas betae,* qui possède aussi bien l'une que l'autre forme de reproduction, ne pourrait appartenir à aucune de ces trois familles. Cela d'autant plus, que de la famille des *Plasmodiophoreae,* dont il s'approche d'ailleurs le plus, il diffère non seulement par la formation des zoosporanges, mais encore par d'autres caractères distinctifs, comme p. ex. la propriété de son protoplasme à s'enkyster. Il convient donc, il nous semble, d'établir pour le *Myxomonas* une quatrième famille des Mon. zoosporeae, qui formerait en quelque sorte une transition entre les *Plasmodiophoreae* et les deux autres familles, et dont le caractère distinctif serait: la reproduction aussi bien par les spores librement placées dans les cellules de la plante nourricière, que par les zoosporanges.

Ainsi le microorganisme que nous venons de décrire appartiendrait aux *Myxomycètes,* groupe des *Monadineae,* sous-groupe des *Monadineae zoosporeae,* famille des *Myxomonadineae,* genre et espèce — *Myxomonas betae.*

### Quelques observations sur l'anatomie pathologique des tissus de betterave.

Les organes des betteraves attaquées — feuilles, pétioles et racines — ne semblent pas souffrir sensiblement de l'action du *Myxomonas betae,* tant que leurs tissus ne sont pas entièrement envahis par le parasite et tant que celui-ci n'entre pas dans les dernières phases de son développement. L'étude microscopique nous montre, que dans les betteraves, dont le coeur seul est visiblement atteint de pourriture, tandis que le reste de la racine a son aspect tout à fait normal, la racine tout entière est cependant envahie par le pa-

rasite. Les zoospores et les myxamibes de celui-ci se trouvent en nombre plus ou moins grand même dans les cellules du tissu, qui paraît être sain. Cependant, tant que ces zoospores et ces myxamibes sont en petit nombre, de sorte qu'on ne trouve que par-ci par-là dans le tissu des cellules plus fortement envahies au milieu d'autres qui sont intactes, tant surtout que le parasite ne forme pas encore des plasmodes et des spores, le tissu attaqué garde son aspect normal, et il ne paraît pas, que ses fonctions vitales souffrent trop de la présence du parasite. Nous trouvâmes les zoospores et les myxamibes du *Myxomonas*, en petit nombre, même dans les racines de plantes tout à fait bien portantes. Les racines de ces betteraves, soumises à nos recherches au mois de Janvier 1905, montrèrent par-ci par-là, au milieu du tissu généralement sain, des cellules envahies par le parasite; jamais cependant nous ne trouvâmes dans ces racines une telle profusion de zoospores et de myxamibes, qu'on rencontre dans les tissus des racines malades.

D'après nos observations faites jusqu'à présent, la pulpe des racines, même fortement envahies, garde sa couleur et sa consistance normale jusqu'au moment, où les plasmodes du parasite prennent leur forme ramifiée. On trouve quelquefois des racines de betterave sucrière, dont la pulpe blanche est parsemée de petits points jaunâtres. L'étude microscopique montre, que partout où se présente ce changement de couleur, le parasite est fortement avancé dans son développement, et que dans ces points les cellules, aussi bien que les espaces intercellulaires, renferment déjà des spores en très grand nombre. La pulpe qui reste blanche est aussi envahie, mais le développement du *Myxomonas* est ici moins avancé et le parasite est encore loin de former des spores. Il nous semble hors de doute, que même longtemps avant la formation des spores, mais dès le moment où les cellules de la betterave sont envahies par de nombreux myxamibes et surtout lorsque ceux-ci commencent à se réunir en plasmodes, la vie normale des cellules est perturbée d'abord, puis détruite totalement. Malgré cela, la cellule garde son aspect normal, et c'est plus tard seulement, quand le parasite commence à produire des spores, que les parois des cellules prennent une teinte jaunâtre, ce qui répond à la formation des points jaunes, visibles à l'oeil nu dans la pulpe de la racine. Les cellules aux parois jaunies gardent cependant un certain temps encore leur forme intacte (Pl. V, fig. 29).

A mesure que dans le tissu l'espace envahi par le parasite qui forme déjà des spores, s'agrandit de plus en plus, les cellules de la partie centrale de cet espace, qui ont été tuées depuis longtemps, prennent une teinte de plus en plus foncée. En même temps leurs parois commencent à s'affaisser et les cellules se contractent, ce qui donne naissance à la formation de petites cavernes. On rencontre ces cavernes plus souvent vers la périphérie de la racine, que vers son centre. La pulpe de la racine, parsemée de points jaunes et bruns, et traversée même, en sens longitudinal, par de petites cavernes, peut ne renfermer encore aucun autre microorganisme que le *Myxomonas betae*. Souvent cependant, dans les tissus plus fortement lésés, on commence à rencontrer des bactéries et des hyphes de champignons, qui collaborent à l'oeuvre de la destruction finale du tissu.

Parmi les tissus, dont est composée la racine de la betterave, c'est le parenchyme qui est le plus fortement attaqué par le *Myxomonas*, et c'est dans ce tissu que la maladie commence à se développer. La présence du protoplasme du parasite dans les vaisseaux et les tubes criblés est beaucoup plus rare. Souvent les cellules le plus fortement attaquées sont celles du parenchyme, qui entoure un faisceau libéroligneux; il paraît cependant, que cela est tout à fait accidentel, puisque d'autres fois le foyer de la maladie se forme dans le milieu purement parenchymateux. Les éléments du faisceau libéroligneux, entourés par les cellules du parenchyme tuées et brunies, brunissent aussi à leur tour.

Dans les pétioles malades des feuilles de la betterave, on rencontre le *Myxomonas* dans tous les tissus, aussi bien dans l'épiderme, que dans le parenchyme ordinaire, dans le collenchyme et dans les éléments des faisceaux libéroligneux. Cependant, on voit clairement ici aussi, que le parenchyme est l'élément préféré du parasite et que, tout en pouvant vivre dans les autres tissus, il ne s'y développe que très faiblement. Dans le pétiole, aussi bien que dans la racine de la betterave, un changement visible dans les tissus ne commence que quand le *Myxomonas* est entré dans les dernières phases de son développement. La formation des taches brunes sur le pétiole semble être due au changement de couleur des parois des cellules d'une part, et de l'autre — au brunissement du protoplasme du parasite, qui se transforme en kystes. Le pétiole malade peut se dessécher, noircir et se ratatiner, ou au contraire, si le temps est

humide, il peut pourrir sans se dessécher. Dans ce dernier cas, le pétiole ne se colore pas en noir, mais prend une teinte jaunâtre et un aspect vitreux. Il se couvre de points, où le tissu est légèrement enfoncé et coloré en fauve; dans ces points, on trouve en abondance dans les cellules de l'épiderme les kystes du *Myxomonas*. Souvent le limbe de la feuille et la partie adhérente du pétiole noircissent et se dessèchent, tandis que la partie inférieure du pétiole devient vitreuse et pourrit.

Le limbe attaqué par le *Myxomonas* présente de grands changements dans les cellules là, où des taches noires se sont formées. Les parois de ces cellules brunissent, les cellules se contractent, et dans leur intérieur on rencontre disséminés les kystes du parasite. Les spores se forment ici en petite quantité, et généralement une partie seulement du protoplasme du parasite, qui occupe une cellule, se transforme en spores, tandis que le reste du protoplasme s'enkyste.

Dans les tissus de betterave tués par le *Myxomonas*, nous avons trouvé des bactéries et les hyphes de champignons. On ne peut admettre cependant, que ces microorganismes provoquent la maladie, puisque leur présence ne peut être relevée que dans les tissus qui sont déjà fortement atteints; ce sont donc dans ce cas des parasites de faiblesse plutôt que de vrais parasites. Nous avons rencontré dans les tissus morts des pétioles un champignon en état de formation des pycnides, probablement le *Phoma betae;* nous avons aussi aperçu les conidies du *Sporidesmium putrefaciens*. Mais c'est le *Cladosporium herbarum* qu'on rencontre le plus souvent dans ces tissus. Dans les racines fortement malades nous avons aussi rencontré quelquefois, dans les grandes et vieilles cavernes, un champignon produisant des sclérotes — probablement le *Sclerotinia Libertiana*.

Les coupes des jeunes plantes de betterave, attaquées par la brunissure, montrent que le parenchyme cortical de ces plantes est envahi très fortement par le parasite, tandis que le cylindre central reste à peu près normal. Le tissu cortical, étant attaqué fortement et tout autour du cylindre central, prend d'abord un aspect vitreux, après quoi ses cellules brunissent et se contractent à ce point, que la plantule est réduite à peu près à son cylindre central. La maladie avançant le plus souvent de bas en haut, on peut remarquer que la partie lésée du tissu cortical a vers le haut un aspect vitreux, tandis que plus bas ce tissu est déjà bruni et ratatiné, ce qui

provoque l'amincissement brusque de la plantule. Les cellules brunies et contractées renferment les spores du *Myxomonas.*

Souvent cependant la brunissure n'intéresse pas le tissu cortical tout autour de la jeune plante, mais elle se borne à produire dans certains points des taches et des raies brunies. Dans les coupes transversales, faites de manière à trancher une raie pareille, on aperçoit que les changements dans le tissu parenchymateux ne diffèrent ici en rien de ceux, décrits plus haut, qu'on peut voir dans la pulpe des racines adultes, traversées par les filons du tissu bruni. La tache brune est le résultat de la destruction locale fort avancée du tissu cortical, dont les cellules renferment tantôt les spores du parasite déjà formées, tantôt des plasmodes. On y rencontre aussi des kystes.

Le tissu cortical des jeunes plantes attaquées par la brunissure, même là où il ne présente encore rien d'anormal, est cependant envahi fortement par les zoospores et les myxamibes du *Myxomonas.* Ainsi nous voyons se répéter ici le même fait, que nous avons déjà remarqué dans les pétioles et les racines des plantes adultes envahies par le *Myxomonas*, c'est à dire que le tissu attaqué ne trahit pas son état malade avant que le parasite n'ait commencé à fructifier. Quand le parasite n'est pas encore entré dans cette dernière phase de son développement, le tissu attaqué ne semble pas souffrir visiblement du fait de sa présence.

## Maladies des betteraves causées par le Myxomonas betae.

Les observations que nous venons de faire sur le mode de vie du *Myxomonas betae* nous font voir dans ce parasite la cause de deux maladies de betteraves, les plus fréquentes, et qui occasionnent les plus grandes pertes dans les plantations. Ces maladies sont: la brûlure des semis (Wurzelbrand) et la pourriture sèche des racines ou maladie du coeur des betteraves, qui attaque les plantes vers la fin de l'été.

### Brûlure des semis.

D'après les données historiques fournies par Stift[1]), les maladies des semis des betteraves avaient été remarquées et décrites déjà en

[1]) A. Stift. Ältere Ansichten und Mitteilungen über Rübenkrankheiten und Rübenschädlinge. Mitt. der chem.-techn. Versuchsstat. des Centralver. f. Rübenzuckerindustrie in der österr.-ung. Mon. C. XVII.

1836 et 1839 par Kirchoff et Hlubeck. A partir de ce temps, elles ont été étudiées par de nombreux naturalistes, qui les attribuaient soit à l'action des parasites animaux, soit à celle des champignons parasites ou enfin des bactéries. Le partisan principal de la théorie, qui attribue la maladie aux attaques des parasites animaux, est L. Kühn, qui voit dans la brûlure les effets des lésions faites aux racines des betteraves soit par un coléoptère — Atomaria linearis, soit par un myriapode — Julus guttulatus, soit enfin par les larves de certaines mouches. Plus tard Vanha et Stoklasa [1]) voyaient dans les nématodes la cause de la brûlure des betteraves. Stoklasa cependant changea ensuite d'opinion [2]), en attribuant la brûlure au développement des bactéries ou des champignons parasites, renfermés dans les enveloppes des graines.

Linhart [3]) trouve aussi, que la brûlure des betteraves est causée par l'action des champignons ou des bactéries, qui infectent la plante encore dans sa graine, et dont la principale serait le Bac. mycoides. Il aperçoit aussi une corrélation intime parmi la cause de la brûlure des semis et celle de la maladie du coeur des betteraves adultes. On peut citer encore Sorauer [4]), Wimmer [5]), Bubak [6]), Hiltner [7]) et Aderhold [8]), comme partisans de la théorie, qui tient les champignons et les bactéries pour les causes de la brûlure, en attribuant soit aux unes soit aux autres un rôle prépondérant. En

[1]) Vanha J. Neue Rübennematoden der Gattung Tylenchus. Über die Verbreitung der Rübennemetoden in Mähren. — Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrgang XVIII.

Vanha J. und Stocklasa J. Die Rübennematoden. — Berlin 1896.

[2]) Stoklasa Julius. Wurzelbrand der Zuckerrübe. — Centralbl. für Bacteriologie. II. Abt. Bd. IV. 1898.

[3]) Linhart. I. Krankheiten des Rübensamens. II. Bekämpfung der infectiösen Krankheiten des Rübensamens. — Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerindustrie. 1899. I, II, IV.

— Der Wurzelbrand der Rübe. — Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. 1904.

[4]) Sorauer. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten. 1896. Beiträge zur Statistik. (Page 339).

[5]) Wimmer G. Beitrag zur Kenntniss des Wurzelbrandes junger Rübenpflanzen. Zeitschr. d. Ver. f. die Rübenzuck.-Ind. 1892.

[6]) Bubak Fr. Über die Pilze der Rübenknäule. Zeitschr. f. landw. Versuchswesen in Österreich. 1901.

[7]) L. Hiltner. Mitteilun. der Pflanzenphys. Versuchsstation Tharand in der Sächs. landw. Zeitschr. 1894. Nr. 16—18.

[8]) Aderhold. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten. 1895. (Page 10).

rapport avec ces théories, on commence à voir dans les graines les foyers d'infection, d'où les conseils d'un traitement approprié des graines, avant les semailles, par les sels de cuivre (Hiltner, Linhart [1]), Stoklasa, Hellriegel [2]), Wilfarth et Wimmer [3]), Pitra [4]), Bubak [5])). D'autre part, Hollrung [6]), Kudelka [7]), Stift [8]), Briem [9]), Gonnermann [10]), à la suite de nombreuses observations démontrent l'inefficacité de ces traitements.

Parmi les champignons, c'est le Phoma betae (Frank), qui est incriminé d'être l'auteur de la brûlure (Krüger [11])), Rostrup [12]) identifie le Phoma betae avec le Sporidesmium putrefaciens qui passe également pour être un parasite des betteraves (Frank, Sorauer) [13]). Loges [14]) considère comme cause de la brûlure Leptosphaeria circinans. Certains auteurs attribuent la maladie au Pythium (Baryanum), champignon qui attaque les semis de plantes fort différentes. D'autres enfin, comme Karlson [15]) et der-

[1]) Linhart. Centralbl. f. Zuckerind. 11 Jahrg. 1902. P. 216—217.

[2]) Hellriegel. Über die Schädigung junger Rüben durch Wurzelbrand (schwarze Beine) und über Mittel gegen dieses Übel. Deutsche Zuckerind. Jahrgang XV. (P. 745).

[3]) Wilfarth H. und Wimmer G. Die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Rüben durch Samenbeizung. Zeitschr. des Ver. der deutsch. Zuckerind. Bd. 50. Heft 529. (Page 159—173).

[4]) Pitra J. Über die Macerierung des Rübensamens mit Säuren. Zeitschrift für Zuckerind. in Böhmen. 26 Jahrg. 1902.

[5]) Bubak. Zeitschr. f. die Landw. Versuchswesen in Öster. Wien. 5 Jahrg. P. 675—690.

[6]) Hollrung. Dritter Jahresbericht der Versuchsstation für Nematoden-Vertilgung. 1892.

[7]) Kudelka. Blät. f. Zuckerrübenbau. Berlin. Bd. 7. 1900, P. 113—121.

[8]) Stift. Öst.-ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirtschaft, 32 Jahrg. 1903 P. 3—20.

[9]) Briem. Centralbl. f. deut. Zuckerind. 10 Jahrg. P. 841—842.

[10]) Gonnermann. Wurzelbrand. Blätter für Zuckerrübenbau. Band XII. 1905. Nr. 9.

[11]) Krüger Fr. Die bis jetzt gemachten Beobachtungen über Frank's neuen Rübenpilz Phoma Betae. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten. 1894. (Page 13).

[12]) Rostrup E. Phoma-Angriff bei Wurzelgewächsen. Z. f. Pflanzenkr. 1894. (Page 323).

[13]) Sorauer. Z. f. Pflanzenkrankh. 1894. P. 20.

[14]) Loges. Ber. der landw. Versuchsstation Posen. 1891.

[15]) E. M. Karlson. Der Wurzelbrand. Mitteilungen der Petrowskischen Akad. f. Landw. Jahrg. XIII, H. 3. 1890.

nièrement Trzebiński[1]), trouvent que la maladie des jeunes plantes est causée par le parasitisme de champignons, dont ils n'ont pu apercevoir les formes de fructification, et qui restent par là non définis.

Nous voyons donc, que la plupart des auteurs, qui s'occupaient de la brunissure des semis voyaient les causes directes de la maladie dans l'action soit des bactéries, soit des champignons, soit des unes et des autres ensemble.

Certains auteurs cependant, tels que Sorauer[2]), Hollrung, Guttmann[3]), tout en ne niant point les affirmations précédentes, trouvent néanmoins que la question n'est pas suffisamment éclaircie et sont enclins à regarder comme cause déterminante l'action des agents physiques et chimiques. Hollrung[4]) décrit une de ses observations p. ex., où en étudiant 16 plantes de jeunes betteraves, atteintes de brûlure, il ne trouva que dans quatre seulement le mycélium de champignons, d'où il conclut que la maladie est causée par des conditions extérieures défavorables à la croissance des plantes. D'autres auteurs encore, comme Kudelka[5]) et Bubak[6]), considèrent décidément le Phoma betae et autres champignons comme des parasites de faiblesse simplement et attribuent la maladie nettement aux mauvaises conditions extérieures, qui agissent défavorablement sur la végétation des plantes, surtout dans leur prime jeunesse. Briem[7]) accentue la nécessité d'une prédisposition des plantes pour les rendre accessibles à l'action des champignons et des bactéries. Stift[8]) va plus loin encore et nie décisivement tout rôle du Phoma betae

[1]) Trzebiński. Kornieïed sviekłovitchnyh vshodov (Wurzelbrand). Ottisk iz „Wiestnika Sacharnoj Promychlennosti". 1905.

[2]) Sorauer. Beiträge zur Statistik. Der Wurzelbrand. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. 1896. (Page 339—340).

[3]) Guttmann. Praktische Erfahrungen über das Auftreten und die Bekämpfung des Wurzelbrandes der Rüben. Deutsch. Landw. Presse. 31 Jahrgang 1904. P. 64—65.

[4]) Hollrung. Beiträge zur Kenntniss des Wurzelbrandes junger Rüben Mitt. d. Versuchsst. f. Nematodenvertilgung zu Halle. 1893.

[5]) Kudelka. Über den Wurzelbrand. Blätter für Zuckerrübenbau. Berlin, 9 Jahrg. P. 83–89.

[6]) Bubak. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswes. in Öst. Wien, 5 Jahrgang, P. 675–690. — Z. f. Zuckerind. in Böhm. 28 Jahrg. 1903/4. P. 80–81.

[7]) Briem. Centralbl. f. deut. Zuckerind. 10 Jahrg. P. 841–842.

[8]) Stift. Öst.-ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 30 Jahrg. 1901. P. 917—921. — 31 Jahrg. 1902. — 32 Jahrg. 1903. P. 3—20. — Wiener Laudw. Zeit. 52 Jahrg. 1902. P. 815.

dans la brunissure des betteraves; il attribue la maladie exclusivement aux mauvaises conditions du sol. L'influence de la qualité du sol avait d'ailleurs attiré l'attention d'autres auteurs déjà, qui cependant considéraient la terre comme une source de l'infection des plantes par des microorganismes parasitaires (Kudelka [1]), Hollrung, dernièrement Hiltner et Peters).

Il convient encore de remarquer, que les auteurs qui attribuaient la brûlure soit à l'action des champignons, soit à celle des bactéries, s'appuyaient exclusivement sur le fait, que ces microorganismes se laissent apercevoir — quoique pas toujours — dans les tissus détruits des plantes brunies. Cela ne peut suffir cependant à prouver, que ces organismes ont été la cause de la maladie. Aucun rapport intime entre ces parasites supposés et la marche de la maladie n'a pu être encore démontré, de même qu'on n'a pu établir la présence de ces microorganismes dans les tissus, qui ne présentent point encore des signes apparents de la maladie. Nous savons d'autre part, que les tissus morts ou même fortement atteints commencent immédiatement à devenir la proie de nombreux saprophytes et des parasites de faiblesse, aussi bien des bactéries que des champignons.

Les observations de Hiltner et Peters [2]) ont jeté dernièrement quelque lumière sur la question de la brûlure des betteraves. Les auteurs ont effectué de nombreux essais de culture des betteraves, afin d'étudier l'influence sur la maladie de la qualité du sol, aussi bien que du degré de l'infection des graines, et aussi pour déterminer l'efficacité des traitements des graines par les sels de cuivre. Les résultats obtenus ne sont pas, il est vrai, généralement concluants, mais ils contribuent cependant à éclaircir certains points d'une manière fort intéressante. Ainsi, les auteurs notent l'influence manifeste des terres de certaine qualité sur le nombre des plantes malades. Ils trouvent en outre, que ce nombre diminue fortement dans les semis faits dans de la terre stérilisée avec des graines traitées par les sels de cuivre. Ces traitements cependant ne donnent point, à eux-seuls, des résultats satisfaisants et les auteurs trouvent même,

[1]) Blät. f. Zuckerrübenbau. Berlin, 1901. P. 113—121.

[2]) Hiltner L. und Peters L. Untersuchungen über die Keimlingskrankheiten der Zucker- und Runkelrüben. — Arbeiten aus der biolog. Abt. f. Land- und Forstwirtschaft am kaiserlichen Gesundheitsamte. Band IV. 1904. (Page 207—253).

que les modes de traitement, employés jusqu'à présent, sont plutôt nuisibles aux jeunes plantes germantes; néanmoins, ils pensent que cette influence défavorable des sels de cuivre pourrait être neutralisé par un traitement consécutif avec de la chaux. Quant à la cause intime de la maladie, Hiltner et Peters admettent que la brunissure doit être attribuée à l'action des microorganismes parasitaires, venant soit des graines, soit du sol. Ils notent aussi la relation intime entre la brunissure des semis et la pourriture sèche des betteraves, relation observée déjà par Linhart et Krüger. D'après Hiltner et Peters, l'infection a lieu au moment de la germination des graines des betteraves et la pourriture se manifeste au gré des conditions atmosphériques défavorables. Comme les essais d'infection avec des cultures pures du Phoma betae et du Bacillus mycoides, ne réussirent jamais à provoquer la brunissure, Hiltner et Peters concluent, que ces microorganismes ne peuvent point par eux-mêmes causer la maladie, mais que les plantes doivent être affaiblies précédemment par d'autres facteurs, notamment par l'influence sur les jeunes racines de certains agents chimiques (oxalates), qui sont les produits de la décomposition des enveloppes des graines ou d'autres restes végétaux adhérents aux graines. Cette théorie a déjà trouvé un continuateur dans Sigmund [1]), qui étudiait l'influence sur les plantes germantes des substances, provenant de la décomposition des corps albuminoïdes; il trouve que seule l'action combinée de ces substances et de Phoma betae ou de Bac. mycoides peut agir défavorablement sur les jeunes plantes de betteraves. Nous voyons dans les résultats des observations de Hiltner et Peters un excellent argument à l'appui de nos opinions. Il suffit pour cela de remplacer l'influence hypothétique sur les tissus des agents chimiques défavorables, par la présence facile à constater du *Myxomonas betae* dans les cellules de ces tissus.

En établissant dans ce travail, que la brunissure est causée par un parasite autre que ceux qui avaient été jusqu'à présent admis comme les agents de la maladie, nous ne pensons pas que les opinions des différents auteurs, que nous venons de citer, dussent être réfutées en détail, aucune de ces opinions n'ayant jamais été adoptée généralement. D'ailleurs le fait, que les mêmes auteurs attribuent

[1]) Sigmund W. Beiträge zur Kenntniss des Wurzelbrandes der Rübe. Naturwissenschaftliche Zeitschr. f. Land- und Forstw. Jahrg. III, 1905. P. 212—221.

la maladie à l'action d'agents fort différents dénote clairement, que le rôle décisif d'aucun de ces agents n'a pu être suffisamment établi. Les opinions de certains auteurs sont nettement réfutées par d'autres, comme cela a lieu p. ex. pour le Phoma betae, dont la présence nécessaire dans les plantes malades a été niée énergiquement. D'autre part pourtant, la plupart des auteurs sont d'accord pour affirmer le caractère infectieux de la maladie et supposent que cette infection peut provenir soit des graines, soit du sol. Cependant l'action des parasites, acceptés jusqu'à présent comme tels, est si peu établie et tellement insuffisante pour expliquer les phénomènes d'infection, que, tout en admettant cette dernière comme certaine, plusieurs auteurs cherchent presque exclusivement à expliquer la maladie par l'action des conditions extérieures défavorables à la végétation. Cela ne suffisant pas encore à résoudre la question, on en cherche enfin la solution dans l'action problématique sur les plantes germantes des produits de la décomposition de l'enveloppe des graines. Cependant, il faudrait admettre alors qu'un organe absolument nécessaire à la plante et dont la présence résulte du fait même de la structure des graines, constituerait en même temps, en raison de sa nature, un danger permanent pour la plante germante. Un tel fait pourrait être regardé comme quelque chose de tout à fait exceptionnel. Il convient d'ajouter encore, que chaque sol, qui renferme des restes de matières végétales, c'est à dire chaque sol riche et en bonne culture, devrait alors, par le fait de la décomposition de ces restes végétaux, nuire aux betteraves germantes, et la brunissure devrait sévir d'autant plus fortement, que le sol est mieux fumé et cultivé — ce qui ne s'observe nullement.

Ayant trouvé toujours, dans toutes les parties des jeunes plantes atteintes de brunissure, les diverses formes de développement du *Myxomonas betae*, nous croyons que l'envahissement des tissus de la plante par ce microorganisme suffit à expliquer les phénomènes pathologiques qu'on observe dans la brunissure. Tout en admettant le rôle important, que jouent les mauvaises conditions extérieures, comme facteur indirect, nous voyons cependant dans la présence du *Myxomonas* dans les tissus la cause intime et directe de la maladie.

La brûlure des betteraves, observée dans la première période de son développement, se manifeste d'abord par des taches et des raies

jaunes, qui brunissent ensuite, sur la tigelle ou la racine des jeunes betteraves. A mesure du développement de la maladie, on aperçoit dans un certain point la destruction totale du tissu cortical. D'après les observations de Karlson, que nos recherches vinrent confirmer, on aperçoit souvent d'abord, à la place où une tache doit apparaître, un point du tissu transparent et vitreux. Souvent aussi on peut voir une bande d'un tel tissu vitreux entourer des taches de brunissure déjà plus avancée. Nous trouvons une description détaillée des manifestations extérieures de la brûlure des betteraves dans l'ouvrage de Trzebiński [1]), récemment paru en russe. L'auteur y fait la remarque, que les tissus des jeunes betteraves malades peuvent ou bien se dessécher en brunissant, ou bien au contraire prendre un aspect vitreux, et cela selon que le milieu environnant est plus ou moins humide. Nous ajoutons, que ce phénomène a d'ailleurs aussi bien lieu dans les jeunes plantes atteintes de brûlure, que dans les pétioles des plantes plus âgées, attaquées par le *Myxomonas*. Trzebiński attire notre attention sur le fait, que la brûlure se manifeste aussi, quoique assez rarement, sur les cotylédons de betterave, surtout s'ils n'avaient pu, pendant un temps assez long, se dégager de la graine. Ceci arrivait dans nos cultures le plus souvent, quand la plante germante soulevait la graine entière au-dessus du sol. La brûlure alors peut ne point se manifester sur la tigelle, mais attaquer exclusivement les cotylédons, en y formant de nombreuses petites taches brunes de grandeur diverse. Trzebiński voit avec raison dans ce fait une preuve de plus à l'appui de l'opinion, que la graine est un foyer de l'infection des jeunes plantes.

Dans le courant de l'hiver de 1904/5 et du printemps de 1905, nous avons fait de nombreux semis de betteraves sucrières, fourragères et potagères sur du papier buvard, dans des boîtes de Pétri, ou bien dans des pots remplis de sable ou de terre et ensuite stérilisés. Les boîtes de Pétri étaient placées dans le laboratoire non loin du poële, et après la germination des graines transportées près de la fenêtre. Les semis effectués dans les pots étaient soignés dans une serre. Nous avons employé pour l'ensemencement soit des graines entières (fruit renfermant plusieurs graines), soit des graines séparées, extraites de leur enveloppe. Une partie des boîtes de Pétri et des pots fut infectée avec de l'eau, où avaient été broyés des

[1]) Trzebiński. Kornieïed ect. (Loc. cit.).

morceaux de racines, ou des pétioles et des limbes secs de betteraves malades. D'autres boîtes et pots ne furent pas infectés, afin de servir de témoins. Une partie enfin des pots fut infectée avec de la terre, prise des parcelles du Champ d'Expériences, où la maladie du coeur des betteraves avait sévi pendant l'été de 1904.

Ne connaissant pas encore bien l'histoire de l'évolution du *Myxomonas betae,* nous attachions beaucoup d'importance à cette série d'expériences. Elles aboutirent cependant à un résultat négatif, dans ce sens que toutes les plantes germantes dans les boîtes de Pétri et presque toutes celles qui germaient dans les pots, périssaient par suite de brûlure, aussi bien les plantes infectées que les témoins. Nous remarquâmes seulement, que les plantes dans les boîtes de Pétri, obtenues des graines nues et non infectées, tout en germant les premières, commençaient à trahir des signes de brûlure plus tard généralement, que les plantes des cultures infectées ou obtenues de graines semées avec leurs enveloppes. Ainsi p. ex., ayant fait un semis dans des boîtes de Pétri le 5 février 1905, nous avons observé le 12 février déjà une ligne foncée de brunissure sur une des plantes infectées, tandis que les plantes non infectées ne présentaient encore jusqu'au 23 février aucun signe extérieur de la maladie. Plus tard cependant, la brûlure se manifestait sur toutes les plantes. En moyenne, les plantes non infectées résistaient de quatre à cinq jours plus longtemps à la maladie, que les plantes infectées.

Du moment où des études microscopiques vinrent nous démontrer la présence du *Myxomonas* dans les enveloppes des graines et la formation des zoosporanges aussi bien dans les cellules des enveloppes des graines que dans le milieu environnant, nous arrivâmes à nous expliquer facilement la cause de la non réussite de nos expériences. Il est clair, que non seulement il est impossible de stériliser d'une manière efficace les graines dans leurs enveloppes, mais que même si nous extrayons les graines de leurs enveloppes, nous diminuons seulement les chances de leur infection, mais nous n'en écartons pas la possibilité, les graines pouvant s'infecter pendant l'opération même de leur extirpation. La stérilisation des graines nues déjà ne nous semblait pas possible, vu leur extrême délicatesse. Le fait, que les plantes obtenues des graines nues résistent plus longtemps à la maladie que les plantes obtenues des graines semées avec leurs enveloppes, s'explique par le fait, que dans les

premières le *Myxomonas* se trouve en nombre beaucoup moins grand que dans les dernières.

Vu que chaque plante est, ou au moins peut être infectée par le *Myxomonas*, il nous faut admettre que, malgré que ce parasite est la cause directe de la brûlure, les conditions extérieures de la vie des plantes sont la cause indirecte, mais déterminante de l'apparition des signes de la maladie. Les circonstances anormales, dans lesquelles se trouvaient placées les plantes cultivées artificiellement dans les boîtes de Pétri, la quantité insuffisante de lumière pour les cultures hivernales en pots. de même que le manque de chaleur ou la sécheresse pour les cultures aux champs, voilà autant de facteurs défavorables au développement sain et normal des plantes. Ils facilitent l'action nuisible du parasite, qui végète dans les cellules, et qui est d'autant plus dangereux pour les plantes, que celles-ci sont plus jeunes. Nous citerons ici encore les expériences de Trzebiński, qui démontrent que des jeunes plantes, placées en mauvaises conditions de végétation, souffrant p. ex. d'un manque de matières nutritives ou d'un manque de lumière, succombaient presque toutes à la brûlure, malgré qu'elles avaient été semées dans du sable stérilisé. L'auteur remarque aussi, que ces plantes périssaient principalement à l'état de prime jeunesse, c'est à dire durant la première semaine après leur germination.

Il convient de noter le fait, connu d'ailleurs aux cultivateurs et observé par Stift [1]), Bubak [2]) et Trzebiński, que les plantes atteintes de brûlure ne doivent pas nécessairement périr que certaines d'entre elles peuvent survivre à la maladie et se développer par la suite, en formant cependant des racines fourchues. Cette guérison des plantes ne peut avoir lieu, que si elles étaient déjà assez âgées et assez fortes au moment où elles avaient subi les premières atteintes de la brûlure. Les plantes se défendent alors, en formant des racines adventives au-dessus du point détruit, ainsi que le décrit Trzebiński. Il convient d'ajouter, que les taches de brûlure peuvent se former sur les racines des betteraves aussi dans les périodes plus avancées de leur végétation. Mais alors on ne les remarque pas généralement, car, vu le développement de la plante et la grosseur déjà considérable de la racine, les taches de brûlure prennent ici

[1]) Stift. Wien. Landw. Zeit. 52 Jahrg. 1902.

[2]) Bubak. Zeitschr. f. Zuckerind. i. Böhmen. 28 Jahrg. 1903/4.

le caractère d'une lésion locale et ne menacent pas la vie de la plante.

Il résulte de ce que nous venons de dire au sujet de la vie du *Myxomonas betae* dans les tissus des betteraves, que nous tenons ce parasite pour la cause directe de la brûlure des jeunes plantes. Nous nous basons dans cela sur nos recherches, qui nous ont démontré toujours et sans exceptions un envahissement par le *Myxomonas* des tissus des plantes malades. Même les tissus apparemment sains, pris dans des points fort éloignés de la tache brunie, renferment de nombreux zoospores et myxamibes du *Myxomonas,* dont le nombre augmente à mesure qu'on approche de la partie fortement atteinte. Dans les parties de la plante plus fortement attaquées, on peut voir les formes plus avancées de l'évolution du *Myxomonas,* en finissant par les spores. Si la plante étudiée se trouve dans un milieu sec, on aperçoit dans les cellules qui se dessèchent de nombreux kystes.

Nous avons constaté la présence des zoospores et des myxamibes du *Myxomonas* dans les tissus des jeunes plantes cultivées dans des boîtes de Pétri, longtemps même avant l'apparition des signes extérieurs de la maladie, qui ne manquaient d'ailleurs jamais à se produire plus tard.

Nous n'avons rencontré dans les betteraves aucun autre microorganisme, qui puisse être regardé comme un compagnon nécessaire des premières phases de la brûlure. Nous avons trouvé, il est vrai, des bactéries et les filaments de certains champignons, mais seulement dans les tissus visiblement détruits ou au moins fortement lésés, et même dans ceux-ci on ne les trouve pas toujours. Ils n'étaient absolument pas à trouver dans les plantes qui commençaient à manifester les premiers signes de la brûlure, et ils ne commençaient à apparaître qu'alors seulement, que la destruction des tissus était déjà fortement avancée. Nous croyons donc être autorisés à conclure, que la présence de ces microorganismes dans les tissus détruits est accidentelle et que ces organismes sont des parasites de faiblesse, incapables de provoquer la maladie par eux-mêmes. A l'appui de nos observations sur ce point, nous nous permettons de rappeler encore ici les observations de Hollrung et de Stift.

Tout en regardant la présence du *Myxomonas* dans les graines des betteraves comme la cause primordiale de l'infection des jeunes

plantes, nous attachons cependant beaucoup d'importance à l'infection du sol par les spores et les kystes du parasite. Vu le développement fort lent du *Myxomonas* et grâce au caractère autonome des tissus végétaux, la quantité des unités du parasite, qui attaquent une plante, doit jouer un rôle fort important. Une plante, où un nombre insignifiant de zoospores et de myxamibes du *Myxomonas* n'a réussi que çà et là à s'introduire dans les cellules, peut se développer d'une façon parfaitement normale et peut, si elle se trouve dans des conditions favorables, n'accuser un état de maladie dans aucune des phases de son développement. Les cellules attaquées sont alors facilement remplacées par des éléments nouveaux, et comme le développement du parasite est lent, tandis que celui des tissus végétaux est relativement rapide, l'influence du parasite sur l'ensemble des fonctions vitales de la plante est, en fin de compte, insignifiante. Le résultat sera tout à fait contraire, si une plante, cultivée dans les mêmes conditions de sol et de climat que la plante précédente, est attaquée par une quantité considérable de zoospores ou de myxamibes, qui envahisent un grand nombre de cellules à la fois. Les fonctions normales des tissus seront alors violemment perturbées, et il faudrait des conditions extérieures particulièrement favorables pour permettre à la plante de se développer plus ou moins normalement. Si ces conditions manquent, la plante commencera, en une phase quelconque de son développement, à trahir des signes de la maladie. Ces signes se manifesteront d'une façon d'autant plus marquée, que les conditions extérieures seront moins favorables, et la maladie sera d'autant plus dangereuse, que la plante est encore plus jeune et plus faible.

Nous n'avons pas réussi jusqu'à présent à déterminer la manière, dont les zoospores ou les myxamibes du *Myxomonas* s'introduisent dans les plantes. De même l'histoire du parasite nous reste encore inconnue, à partir du moment où ses spores et ses kystes se trouvent mêlés au sol avec les restes décomposés et pourris des plantes, où ils sont renfermés. Aussi notre opinion, que le degré d'infection du sol peut avoir une grande influence sur la brûlure des betteraves, est basée surtout sur nos observations de culture.

Le fait que les plantes cultivées dans des boîtes de Pétri, obtenues des graines nues et non infectées, résistaient toujours plus longtemps à la maladie que les plantes provenant des graines infectées, jette déjà quelque lumière sur le sujet en question. Mais nos

observations principales ont été faites sur des cultures ordinaires de betteraves, au Champ d'Expériences de l'Université de Cracovie.

Sur un des carrés de ce Champ, des expériences au sujet de l'influence de la potasse sur les plantes avaient été établies par Mr. le prof. Jentys en 1901 et ont été continuées jusqu'à présent. Le carré est divisé en un certain nombre de parcelles, où on cultive chaque année les mêmes plantes, sans appliquer un assolement quelconque. Deux de ces parcelles sont destinées aux betteraves sucrières, et deux autres aux betteraves fourragères. La moitié de chaque parcelle reçoit chaque année des engrais chimiques complets, tandis que l'autre moitié reçoit les mêmes engrais, mais à l'exclusion de la potasse.

Durant l'année 1901 et 1902, la brûlure des betteraves n'a point paru sur ces parcelles d'une manière assez accentuée pour attirer l'attention. Mais en 1903 déjà elle se manifesta sur toutes les parcelles très fortement, de la sorte qu' au moment de l'éclaircissage des betteraves, il a fallu procéder avec beaucoup de précautions, afin de laisser en place des plantes saines. En 1904, dans le courant d'un printemps très sec et très froid, la brûlure s'est mise à sévir sur lesdites parcelles si violemment, que la plupart des plantes périrent avant la période d'éclaircissage et que d'ailleurs toutes les plantes y étaient plus ou moins attaquées. Dans cette anné 1904, la même semence de betteraves sucrières, qui avait été employée pour les parcelles nommées, avait servi à ensemencer en même temps un autre champ voisin, dans des conditions de sol indentiques. Quoique nous ne nous occupions pas encore alors de la question de la brûlure des betteraves, nous fûmes cependant vivement frappés par le fait, que ce champ resta exempt de la brûlure, qui faisait de tels ravages dans les parcelles voisines. Sur des centaines de plantes arrachées de ce champ, il n'arrivait que çà et là de trouver une plante malade ou suspecte, les semis donc se présentaient d'une manière parfaitement normale.

Dans l'année 1905, le printemps fut chaud et humide, les conditions étaient donc très favorables à la végétation des betteraves. Les semis faits sur les parcelles servant aux expériences susmentionnées, furent atteints de brûlure, mais beaucoup moins fortement qu' en 1904. Un autre semis, fait dans un autre quartier du Champ d'Expériences, dans un proche voisinage des parcelles précédentes, ne manifesta aucune trace de la maladie. Il convient d'ajouter, que

la culture de ces parcelles et les engrais donnés étaient chaque année les mêmes. Sur ces parcelles nous vîmes pendant l'été la pourriture sèche des betteraves se manifester avec une intensité correspondante à celle du développement de la brûlure au printemps.

Nous tirons de ces observations la conclusion, que la cause immédiate de la brûlure peut être aussi bien l'infection provenant des graines, que l'infection venant du sol, saturé des kystes et des spores du *Myxomonas*, qui s'y trouvent à la suite des cultures précédentes de betteraves.

En étudiant les causes de la brûlure et en général des lésions causées aux betteraves par le *Myxomonas*, il nous faut prendre en considération deux sortes de facteurs; le facteur direct — le *Myxomonas*, et les facteurs indirects de la maladie, c'est à dire tout ce qui peut agir défavorablement sur la végétation de la plante attaquée et la faire en sorte moins résistante à l'envahissement par le parasite. Il est clair, que si la plante peut éviter complètement une infection par le *Myxomonas*, ou — ce qui est plus vraisemblable — si cette infection existe seulement à un degré très faible, les agents indirects, qui entraînent à leur suite l'arrêt dans la croissance des plantes, ne peuvent provoquer à eux seuls la maladie et la mort de la plante. Une fois l'action de ces facteurs défavorables, p. ex. d'une période de sécheresse ou de froid, passée, les plantes reprendront leur force de végétation et se développeront ensuite normalement. Mais le même facteur défavorable sera capable de causer un dommage sérieux ou même la mort des plantes, si de l'état d'affaiblissement de la plante profitera le parasite, qui se trouve en abondance dans ses tissus, grâce à la forte infection préalable du sol. Nous nous expliquons de la sorte le résultat des observations des cultures susmentionnées, où la même semence dans les mêmes conditions donnait des plantes soit saines, soit malades, suivant qu'elle avait été employée dans un champ n'ayant pas servi depuis longtemps à la culture des betteraves, ou dans les parcelles, où les betteraves avaient été semées depuis plusieurs années de suite. D'autre part le fait, qu' en 1905 la brûlure des betteraves s'est manifestée plus faiblement sur les mêmes parcelles infectées, et que sur un champ frais elle ne se manifesta même pas du tout, se laisse expliquer par le manque de facteurs défavorables indirects, c'est-à-dire par les bonnes conditions qui accompagnaient la végétation des plantes.

Comme l'action du facteur direct de la maladie, c'est à dire de la présence du *Myxomonas*, ne peut être que diminuée par un assolement approprié, mais son annulation complète ne nous semble pas possible, c'est définitivement l'action des facteurs indirects qui décide de la vie et du développement des plantes cultivées normalement dans un terrain soumis à un assolement convenable. Ces facteurs sont: la composition chimique et physique du sol, l'état de la température et de l'humidité de l'atmosphère et du sol, les modes employés de culture ect. Au point de vue de la pratique agricole, la découverte de la cause directe de la brûlure vient donc à l'appui des opinions, formulées déjà par d'autres auteurs, comme Sorauer, Hollrung, Bubak, Kudelka, Stift et Guttmann. La science agricole pratique arrive d'ailleurs aux mêmes fins par la voie empirique, quand elle recommande d'éviter de semer trop souvent les betteraves sur les mêmes champs et s'efforce de donner aux jeunes plantes germantes les conditions de vie les plus favorables. Les cultivateurs tâchent avec raison, par un choix judicieux du sol, par l'emploi d'engrais appropriés, par les modes de culture assurant aux racines une dose d'humidité suffisante et facilitant l'accès de l'air, de favoriser la croissance la plus forte et la plus rapide des jeunes plantes, ce qui, comme leur montre leur expérience, est encore le meilleur moyen de défense contre la maladie.

Si nous acceptons que le *Myxomonas* est la cause directe de la brûlure, nous devons, il nous semble, renoncer à l'idée des traitements des graines par les sels de cuivre. Vu la résistance extrême du parasite, qui est d'ailleurs caché dans l'intérieur des cellules du tissu des enveloppes des graines, chaque traitement extérieur tuerait plus facilement la semence que le parasite, et même s'il affaiblit seulement la germination des graines, il aidera plutôt qu'il ne nuira à l'action du parasite, en diminuant la force de résistance des jeunes plantes.

### Pourriture sèche ou maladie du coeur des betteraves.

Cette maladie, qui dévaste souvent les cultures de betterave sur des espaces très étendus, a été déjà l'objet d'observations depuis la moitié du siècle dernier. Elle fut étudiée par des nombreux naturalistes, qui l'attribuèrent, de même que la brûlure, soit à l'influence d'agents physiques et chimiques, soit au parasitisme de divers cham-

pignons ou bactéries, soit enfin à l'action nuisible des parasites animaux. Les mêmes organismes pour la plupart, qui étaient soupçonnés de provoquer la brûlure, étaient aussi regardés comme la cause de la pourriture du coeur des betteraves, notamment: les nématodes (Vanha [1]), Stoklasa [2]), en partie Hollrung [3])) et les champignons Phoma betae et Sporidesmium putrefaciens (Frank [4]), Rostrup [5]), Hoffmann [6]) en partie Sorauer [7])), Phyllosticta (Prillieux et Delacroix [8]), Hedgcock [9])). Linhart [10]) attribue la pourriture sèche à l'action des champignons et des bactéries, qui ont infecté les graines, et principalement au Phoma betae et au Bacillus mycoides, incriminés aussi comme cause de la brûlure. L'action directe des agents chimiques est regardée comme la cause de la pourriture sèche par Wilfarth et Wimmer [11]); Stift [12]) attribue la maladie à la sécheresse et affirme qu'il n'a trouvé dans les tissus des racines malades ni Phoma betae, ni Sporidesmium. Enfin, les opinions de Sorauer [13]), de Holl-

[1]) Vanha. Neu Rübennematoden der Gattung Tylenchus. Loc. cit.

[2]) Vanha und Stoklasa. Die Rübennematoden. Loc. cit.
Stoklasa Julius. Wurzelbrand der Zuckerrübe. Loc. cit.

[3]) Hollrung. Dritter Jahresbericht der Versuchsstation für Nematodenvertilgung. Halle 1892.

[4]) Frank. Phoma betae, ein neuer Rnbenpilz. Zeitschr. des Vereins für Rübenzuckerindustrie 1892, et Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten 1893.

[5]) Rostrup. Phoma-Angriff bei Wurzelgewächsen. Loc. cit.

[6]) Hoffmann. Deutche landw. Presse. Berlin. 27 Jahrg. 1900.

[7]) Sorauer. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten 1894. (Page 20).

[8]) Prillieux. La pourriture du coeur de la betterave 1891. Bulletin de la société mycologique de France.
Prillieux et Delacroix. Complément à l'étude de la maladie du coeur de la betterave. Bull. d. l. soc. myc. VII. p. 23. 1891.

[9]) Hedgcock G. Proof of the identity of Phoma and Phyllosticta on the sugar beet. Journal of Mycology Columbus (Ohio). T. 10. 1904. P. 2—3.

[10]) Linhart. Krankheiten des Rübensamens. Loc. cit.

[11]) Wilfarth H. und Wimmer G. Vegetationsversuche mit Zuckerrüben nebst Bemerkungen über die Ursache der Herzfäule. Zeitschr. d. Ver. d. Deutsch. Zuckerind. Bd. 50. H. 529. 1900.

[12]) Stift. Herz und Trockenfäule der Zuckerrübe. Wiener Landw. Zeit. 54 Jahrg. 1904.

[13]) Sorauer. Beiträge zur Statistik. Herzfäule der Rüben. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1896. (Page 338).
Sorauer und Hollrung. 12 Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz. 1902.

rung [1]) et de Kühle [2]) aboutissent à la conclusion, que le parasitisme des champignons peut être, il est vrai, cause de la maladie, mais alors seulement, quand la plante y est prédisposée à la suite de conditions défavorables à sa végétation.

En considérant ces opinions de différents auteurs sur la cause de la pourriture sèche des betteraves, nous ne pouvons que répéter ici ce que nous avons déjà dit au sujet de la brûlure. Ici aussi nous voyons de fortes divergences entre les opinions diverses, qui se combattent réciproquement, et dont aucune d'ailleurs n'a été définitivement établie et acceptée. Ainsi donc, tandis que certains auteurs admettent uniquement comme cause de la pourriture sèche l'action de certains parasites animaux et végétaux, d'autres attribuent la maladie exclusivement à l'influence des mauvaises conditions extérieures de la végétation, et d'autres encore trouvent, que la maladie ne peut être expliquée que par l'action combinée du parasitisme et des conditions extérieures défavorables à la vie des plantes. Il faut ajouter que la relation intime entre les organismes soupçonnés d'être la cause de la pourriture sèche, et la maladie même, son apparition et son développement, n'a pu être établie suffisamment.

Au cours des recherches que nous avons faites avec un grand nombre de plantes atteintes de la pourriture sèche, nous n'avons jamais trouvé des champignons et des bactéries ailleurs que dans les tissus fortement déjà envahis par le *Myxomonas* et plus ou moins détruits; nous les considérons donc, de même que dans la brûlure, comme des parasites de faiblesse et non comme la cause de la maladie. Puisque d'autre part on trouve toujours dans les tissus des plantes atteintes de la pourriture sèche, même dans ceux qui sont encore apparemment sains, de nombreux zoospores et myxamibes du *Myxomonas betae,* les changements dans les tissus coïncidant avec l'exaltation de l'infection et avec l'entrée du parasite dans les dernières phases de son développement, nous trouvons qu'il convient d'admettre ici, de même que pour la brûlure, le *My-*

[1]) Hollrung M. Einige Bemerkungen zu Phoma Betae Frank. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1894. (P. 120).

Hollrung. Einige Bemerkungen über die Blattminierfliege sowie die Trockenfäule der Zuckerrübe. Zeitschr. d. Ver. d. deutch. Zuckerind. 1905. P. 407.

[2]) Kühle. Die wichtigsten Rübenkrankheiten und deren Verblugungs- und Bekämpfungsmassregeln. Bl. f. Zuckerrübenbau. 10 Jahrg. P. 27—30 et 37—41.

*xomonas betae* comme la cause directe de la maladie. Toutefois, en admettant le *Myxomonas* comme cause directe de la pourriture sèche des plantes adultes, nous ne méconnaissons pas ici, de même que dans la maladie des semis, le rôle fort considérable des facteurs indirects, c'est à dire des conditions extérieures de la vie des plantes.

A côté des travaux ayant pour objet la pourriture sèche typique du coeur des betteraves (Herzfäule), on trouve chez certains auteurs des descriptions de nombreux phénomènes pathologiques détachés, qui sont attribués à l'action des bactéries. Ces phénomènes peuvent intéresser principalement la pulpe de la racine, en prenant la forme soit d'une brunissure plus ou moins forte des faisceaux libéroligneux (Cunningham [1]), soit d'une pourriture allant de la tête de la betterave et attaquant principalement le tissu parenchymateux (Hedgcock et Metcalf [2]), soit d'une pourriture accompagnée de la sécrétion d'une matière gommeuse et qui fut l'objet des recherches de nombreux auteurs (Kramer [3]), Sorauer [4]), Busse [5]), Stift [6]) et Fürth [7])). D'autre part Artur et Golden [8]) décrivent une maladie de betteraves, où la racine devient seulement jaunâtre, plus légère et molle, ce qui est accompagné par une diminution de la quantité de sucre qu'elle renferme. Linhart [9]) donne

[1]) Cunningham C. A bacterial disease of sugar beet. Botanical Gazette 1899. Vol. XXVIII. (Page 177—192).

[2]) Geo S. Hedgcock und Haven Metcalf. Eine durch Bakterien verursachte Zuckerrübenkrankheit. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheit. 1902. (P. 321).

[3]) Kramer. Oesterr. Landw. Centralblatt. 1891. I. (P. 30).

[4]) Sorauer. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1891, page 360 et 1892 page 280. Blätter für Zuckerrübenbau 1894, I, p. 9—17 et 1897. Nr. 6. Zeit. f. Pflanzenkrankh. 1897. (P. 77).

[5]) Busse, Walter. Bacteriologische Studien über die Gummosis der Zuckerrüben. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1897.

[6]) Stift A. Über die Bakteriose der Zuckerrübe. oest.-ung. Z. f. Zuckerind. 1899. V.

— Einige Mitteilungen über die Bakteriose der Zuckerrüben. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 1900.

[7]) Fürth R. und Stift A. Weiterer Beitrag zur Bakteriose der Zuckerrübe. Mitt. d. chem.-techn. Versuchsst. d. Centr.-Ver. f. Rübenzuckerind. in oest.-ung. Mon. 1900. CXXI. (P. 14).

[8]) Artur J. C. and Katherine E. Golden. Diseases of the sugar beet-root. Purdue University. Agr. Exp. Station Bull. Nr. 39. V. III.

[9]) Linhart. Die kalifornische Rübenkrankheit. Oest.-ung. Zeitschr. f. Zuckerind. und Landw. 1901. V. XXX.

la description de betteraves, dont les feuilles noircissent et se dessèchent, tandis que le parenchyme des racines prend une consistance coriace et on y aperçoit des cercles plus foncés. Enfin chez Prillieux, Delacroix[1]) et Fronde[2]) nous trouvons, sous le nom de la jaunisse des betteraves, la description d'une maladie, où les feuilles pâlissent et se fanent en se couvrant de taches, tandis que les racines cessent de croître, sans présenter d'ailleurs aucune lésion. Nous ne saurions nous prononcer aujourd'hui sur la question du rôle que le *Myxomonas betae* peut jouer dans les maladies décrites par les auteurs, que nous venons de citer. Il nous faut cependant remarquer, que beaucoup de ces phénomènes ne diffèrent point de ceux, dont l'origine peut être reportée à l'action du *Myxomonas betae.*

Dans aucun des cas que nous avons étudiés, nous n'avons observé la sécrétion d'une matière gommeuse. Cette sécrétion, comme le certifient Sorauer et Busse[3]), n'est pas une manifestation nécessaire et constante de la maladie, dont elle semblait d'abord constituer un trait caractéristique, et qui est décrite même sous le nom de gommose bacillaire. La sécrétion de la gomme peut aussi bien accompagner cette maladie, que manquer totalement. Cela nous autorise à supposer, que ce genre spécial de pourriture soit, peut-être, bien une combinaison de l'action sur les tissus du *Myxomonas betae* avec l'action des bactéries produisant une matière gommeuse. Il nous semble possible que la prédisposition des plantes à la maladie, notée par Sorauer dans ses études sur la gommose bacillaire, puisse bien consister en un affaiblissement des tissus par le *Myxomonas betae.* Tout en formulant cette opinion comme une simple supposition, nous pensons cependant, qu'il y aurait quelque intérêt à prendre sous considération, dans l'étude des maladies attribuées exclusivement à l'action des bactéries, aussi le *Myxomonas betae*, dont la présence dans les bette-

[1]) Prillieux et Delacroix. La jaunisse maladie bactérienne de la betterave. Compt. rend. 1898. II. (P. 338).

Delacroix. Sur la jaunisse de la betterave, maladie bactérienne. C. r. 1903. V. 137.

[2]) Fronde J. Bull. de l'assoc. des chimistes de sucr. et de distill. 1903/4. P. 666—669.

[3]) Busse. Bacteriologische Studien über die Gummosis der Zuckerrübe. Z. f. Pfl. 1897, page 70.

raves est si commune, qu'elle fut constatée par nous même dans des racines, qui ne trahissaient point encore un état pathologique.

La maladie du ceur des betteraves ayant été décrite par de nombreux auteurs, nous donnerons ici seulement une description résumée des manifestations de cette maladie, ainsi que nous l'avons observée dans le courant des années 1904 et 1905.

Le premier phénomène pathologique, qui attira notre attention, furent des taches sur les limbes et les pétioles des feuilles de betterave, que nous aperçûmes en 1904 déjà au commencement même de l'été, sur les parcelles du Champ d'Expériences mentionnées auparavant, où les betteraves étaient cultivées constamment depuis plusieurs années. Les feuilles des plantes sur ces parcelles furent tellement atteintes pendant l'été, que, vers la fin de juillet, les petites rosettes des feuilles les plus jeunes demeurèrent seules vivantes, tandis que toutes les feuilles plus âgées étaient desséchées. Les plantes entières étaient couvertes de ces feuilles sèches et retombantes. Les racines avaient naturellement cessé presque entièrement de se développer. Les spécimens les plus faibles perdaient même leur rosette de jeunes feuilles et périssaient simplement; on pouvait alors déjà observer la pourriture sèche typique du coeur des betteraves. Dans certaines de ces plantes, la destruction de la pulpe se bornait à cette partie du haut de la racine, où se trouvaient attachées les feuilles sèches; dans d'autres betteraves, les filons du tissu brun et spongieux atteignaient déjà, en allant de haut en bas, jusqu'au bout de la racine. Des cavernes plus ou moins grandes se formaient dans le parenchyme attaqué. La destruction du parenchyme dans le coeur des betteraves n'était jamais uniforme au commencement de la maladie, mais elle apparaît toujours sous la forme de taches et de filons bruns. On pouvait remarquer parfois, en observant des betteraves possédant encore des feuilles, que leur tissu sain, recouvrant çà et là le coeur pourri, formait, assez rarement cependant, des excroissances parenchymateuses en forme de petites nodosités plates. Les feuilles plus âgées des plantes fortement attaquées périssaient au fur et à mesure, tandis que les rosettes des jeunes feuilles périssaient tout d'un coup, à la suite de la destruction du tissu sous-jacent dans la tête de la racine. Après la destruction de leurs rosettes de jeunes feuilles, les plantes soit mouraient de suite, soit formaient plusieurs petites rosettes adventives sur la partie inférieure de la tête de la racine. Cela ne voulait pas dire, que cette

partie de la racine fût cependant parfaitement saine; au contraire, les ravages dans l'intérieur de la racine pouvaient avoir atteint déjà beaucoup plus bas; mais si seulement une couche du parenchyme sous-épidermique, même assez mince, restait saine encore, les rosettes pouvaient se former sur cette partie de la racine. Ces rosettes périssaient d'ailleurs à leur tour, au bout d'un certain temps, à mesure que le tissu de la racine, où elles étaient attachées, succombait à la pourriture (Pl. VI, fig. 30). Les plantes qui avaient été moins fortement attaquées, ont gardé une partie de leurs feuilles jusqu'au moment de la récolte. Leurs racines alors étaient plus ou moins fortement atteintes de la pourriture sèche, qui intéressait soit le coeur seul de la betterave, soit envahissait aussi les parties plus inférieures de la racine (Pl. VI, fig. 31).

La pourriture sèche des racines peut prendre des formes apparemment différentes de la forme typique de la maladie du coeur de la betterave, mais ces formes ne sont au fond qu'une modification de la première. Ainsi la maladie de la racine peut ne pas se manifester toujours d'abord dans le coeur de celle-ci, mais au contraire les foyers de la brunissure et de la destruction du tissu peuvent se former n'importe où à la surface de la racine, comme l'a déjà observé Sorauer [1]). Ils peuvent aussi se former n'importe où dans l'intérieur même de la racine. Dans le premier cas, la racine portera à sa surface des taches brunes, auxquelles correspondra une destruction interne plus ou moins profonde de son tissu; la couronne des feuilles sera alors pauvre, mais elle pourra se présenter d'une façon assez normale. Les taches peuvent, en grandissant, se joindre les unes aux autres, surtout dans la partie supérieure de la racine, de sorte que celle-ci peut avoir un coeur relativement sain entouré d'une zone pourrie. Il peut arriver ici, que l'intérieur de la racine est aussi pourri, et cette pourriture peut descendre aussi bas que dans le cas, où elle commence par le coeur de la betterave

Si les foyers de la maladie se forment dans l'intérieur même de la pulpe de la racine, plus ou moins profondément, ils peuvent devenir alors les points de départ de la formation de grandes cavernes dans le parenchyme bruni et spongieux. La formation de ces cavernes entraîne à sa suite l'affaissement de la couche externe du tissu relativement sain, qui les recouvre, et son desséchement.

[1]) Sorauer. Pflanzenkrankheiten. Berlin 1886. V. II. (P. 350).

Il se forme de la sorte sur la betterave des creux informes, des renfoncements, recouverts en partie encore par les restes des tissus détruits (Pl. VI, fig. 32 et 33). Les changements dans le parenchyme de la betterave sont ici d'ailleurs les mêmes que ceux, qui accompagnent les phénomènes précédemment décrits.

Les différents types des lésions de la racine, que nous venons de mentionner, sont non seulement à trouver dans les plantes croissant dans le même champ, mais on peut les observer même sur un seul individu. Nous citerons comme exemple, que nous trouvâmes tous ces types des lésions des racines sur les betteraves sucrières et fourragères, qui nous furent envoyées des environs de Przeworsk en automne de 1905.

Le phénomène le plus rare, parmi les diverses manifestations extérieures de la maladie, sont les grosses excroissances, qui se forment quelquefois sur les racines des betteraves (Pl. VI, fig. 34). Des excroissances semblables avaient été observées par Bubak [1]), qui les attribuait au parasitisme de Histiostoma feroniarum. Cette opinion d'ailleurs a été vivement réfutée par Stift [2]), secondé par Ströhmer [3]) et Karpiński [4]). Stift attribue la formation des excroissances à une hypertrophie des tissus, causée par une surabondance locale d'alimentation. Geschwind [5]) les rapporte à une cause mécanique. Ströhmer remarque, que la formation des excroissances peut être provoquée par des perturbations dans l'intérieur même de la pulpe de la racine. Cette observation nous semble juste et nous y ajouterons seulement que ces perturbations doivent être, d'après nous, attribuées à l'envahissement des tissus par le *Myxomonas betae*. Autant que nous avons pu le remarquer, ces excroissances se forment dans des conditions relativement favorables à la végétation des plantes. Nous ne les avons point aperçues pendant l'été

[1]) Bubak F. Über Milben in Wurzelkröpfen. Zeitschr. f. landw. Versuchswesen in Österr. 3. Jahrgang. Wien 1900. P. 15, et Zeitschrift f. Zuckerind. in Böhmen. 1900. v. XXIV. (P. 355).

— Öster.-ung. Zeitschr. f. Zuckerrübenind. u. Landw. 1901. P. 237.

[2]) Stift. Öster.-ung. Zeitschr, f. Zuckerind. u. Landw. 1900. P. 159—160 et 1901. P. 929—936.

[3]) Ströhmer. Öster.-ung. Zeitschr. f. Zuckerind u. Landw. 1901.

[4]) Karpiński. Gazeta cukrownicza 1902. P. 109.

[5]) Geschwind. Le goître de la betterave. La sucrerie indigène et coloniale. V. LXVI. 1905. P. 207.

sec de 1904, tandis que nous avons pu les observer l'année suivante, relativement favorable à la croissance des betteraves. Elles sont cependant toujours rares et peuvent être regardées comme des cas exceptionnels. Nous nous expliquons ces excroissances par l'hypertrophie du tissu parenchymateux à l'endroit, où un foyer de la maladie avait commencé à se former, pendant que la végétation de la plante était encore vigoureuse. Cette hypertrophie se laisse d'ailleurs observer parfois accompagnant la pourriture sèche typique, qui commence par le coeur de la betterave. Le parenchyme de certaines excroissances conserve jusqu'à la récolte un aspect normal; le plus souvent cependant, ce parenchyme est parsemé de taches et de filons brunis, ou même traversé déjà par des cavernes, qui s'ouvrent quelquefois à l'extérieur par des plaies béantes (Pl. III, fig. 35). Les cellules du parenchyme de ces excroissances renferment toujours le *Myxomonas betae* en grande quantité, dans toutes les phases de son développement.

Comme nous l'avons dit dans les parties de ce travail, qui ont pour objet le cycle d'évolution du *Myxomonas betae* et l'anatomie pathologique des tissus de betterave, les tissus des plantes atteintes de pourriture sèche, quelle que soit la forme sous laquelle elle se présente, sont toujours envahis par le *Myxomonas betae*. L'entrée du parasite dans les dernières phases de son développement entraîne à sa suite le brunissement et la désorganisation du tissu de la betterave, et par là la formation des taches brunes, aussi bien sur les limbes ou les pétioles des feuilles que dans la pulpe de la racine. Dans les limbes des feuilles qui se dessèchent, la dernière forme d'évolution du *Myxomonas*, que nous trouvons principalement, sont les kystes, disséminés séparément dans les cellules et provenant de l'enkystement des myxamibes, non encore réunis en plasmode; les cellules qui renferment des spores ne se rencontrent dans les limbes qu'exceptionnellement. Dans les pétioles, nous trouvons aussi bien des spores que des kystes, les spores au fond du tissu, les kystes plutôt vers l'extérieur et réunis le plus souvent en groupes. Dans la pulpe des racines, on rencontre surtout les spores, tandis que les kystes y sont rares et ne se trouvent que dans les couches externes du tissu détruit par le *Myxomonas*, c'est à dire dans celles qui avaient eu les premières à souffrir d'un manque d'eau, celle-ci ne pouvant plus leur arriver par les tissus détruits situés au-dessous d'elles.

Les zoosporanges en formation ne sont que rarement à trouver dans les plantes malades, vivantes encore. Elles se forment surtout, comme nous le savons, après la mort des tissus attaqués, quand ces derniers se trouvent placés dans un milieu humide; dans certains cas cependant nous trouvions des zoosporanges en état de formation dans le tissu vivant des pétioles malades.

---

Il nous reste enfin à expliquer, de quelle manière nous comprenons le rapport, qui existe entre les deux maladies causées par le *Myxomonas*, c'est à dire la brûlure des semis et la maladie du coeur de la betterave.

La plante germante peut être infectée soit par les parasites, qui ont été amenés dans le sol avec la semence même, soit par les parasites, dont le sol avait été déjà préalablement infecté. L'infection peut se manifester sur les jeunes plantes, si les circonstances leur sont défavorables, sous la forme de la brûlure, qui les ronge plus ou moins fortement ou même les détruit complètement. Mais l'infection peut aussi bien ne point se manifester de cette manière. Si les conditions extérieures sont favorables à la végétation, la plante, tout en étant en partie infectée, peut non seulement ne pas souffrir de la brûlure, mais se développer normalement même jusqu'au moment de la récolte. Elle peut alors présenter seulement certaines lésions locales insignifiantes, telles que le dessèchement çà ou là d'un limbe ou d'un pétiole, ou bien une tache nécrotique sur le pétiole, entraînant à sa suite la mort de la feuille.

Cependant, les plantes infectées dans leur prime jeunesse et qui, grâce à des circonstances favorables, avaient échappé à la brûlure, peuvent au cours de leur végétation ultérieure se trouver sous l'influence de conditions défavorables, comme p. ex., la formation d'une croûte desséchée à la surface du sol, une période de sécheresse ou de trop grande humidité, de froid, etc. Ces plantes peuvent alors commencer à souffrir d'une manière manifeste, l'action du *Myxomonas* se trahissant par la perte anormale des feuilles et par la formation des foyers de la pourriture sèche dans les racines. Les plantes peuvent alors perdre très tôt leurs feuilles en si grand nombre, qu'il en résulte un développement très faible des racines, joint à des lésions partielles, ainsi que nous l'avons observé sur les parcelles citées du Champ d'Expériences. D'autre fois la maladie peut

apparaître alors seulement, quand les racines des betteraves ont déjà atteint un fort développement — nous aurons alors la pourriture sèche des racines sous ses formes typiques.

L'infection de plus en plus forte du sol au cours de la végétation des betteraves contribue, il nous semble, à l'apparition de la maladie dans les périodes plus avancées de la vie des plantes. Il y vient s'ajouter aussi l'affaiblissement naturel vers l'automne de la force végétative des betteraves. Ainsi nous voyons le plus souvent la maladie prendre des grandes proportions vers la seconde moitié de l'été. D'autre part, c'est alors seulement que les lésions, qui intéressent le plus le cultivateur, c'est à dire celles qui se manifestent sur les racines, apparaissent de la manière la plus évidente. La pourriture sèche qui vient tard et se développe faiblement, qui se borne donc à la brunissure d'une petite région des tissus dans le coeur de la betterave, est chose fort commune et ne préoccupe point le cultivateur, vu que l'extrémité de la tête de la racine est toujours rejetée pendant le nettoyage des betteraves. Cette même pourriture devient cependant un véritable fléau, si elle se manifeste tôt et se développe fortement.

Le fait, qu'il existe un rapport entre la brûlure des semis et la pourriture du coeur des betteraves, a été visiblement remarqué par les auteurs, qui s'occupaient de ces maladies, puisqu'ils attribuaient couramment l'une et l'autre aux mêmes parasites, soit animaux, soit végétaux. Plusieurs même, comme Krüger, Linhart, et dernièrement Hiltner et Peters, affirment d'une manière décisive, qu'il existe un lien intime entre les deux maladies. Nous irons un peu plus loin, et en nous basant sur le mode de vie du *Myxomonas* et son influence sur les tissus au cours de tous les périodes de la végétation des plantes, nous croyons pouvoir dire, que les deux maladies ne sont au fond qu'une seule, aussi bien au point de vue de la cause directe qui les provoque, que des changements pathologiques dans les tissus mêmes. La différence entre les manifestations extérieures de ces maladies dépend uniquement de l'âge et de la grandeur de la plante, au moment où elle commence à souffrir d'une manière visible.

L'action du parasite se manifeste, nous le savons, plus ou moins fortement, selon l'état de la force de végétation des plantes. Nous voyons ainsi une manifestation violente de l'action du parasite se montrer, sous la forme de la brûlure, à l'époque de la première jeu-

nesse des plantes. De même vers la fin de la période de la végétation, l'action du parasite se manifeste d'une manière également forte. en paraissant sous la forme de la pourriture sèche des betteraves. Toujours donc l'apparition des phénomènes extérieurs de la maladie correspond aux moments, où la végétation des plantes est naturellement faible, et où d'ailleurs les conditions extérieures sont souvent défavorables à cette végétation. Durant la première moitié et le milieu de l'été, l'action nuisible du parasite, sans cesser d'exister, ne se manifeste cependant à l'extérieur que rarement et faiblement, car c'est l'époque de la plus grande force de végétation des plantes. Cependant, si les circonstances sont particulièrement défavorables. p. ex. si le sol est très fortement infecté et, en même temps, les conditions atmosphériques sont mauvaises, nous pouvons voir ce que nous nommons „brûlure" durer très longtemps et affecter même des plantes relativement grandes, tandis que les phénomènes que nous réunissons sous le nom de pourriture sèche commenceront à paraître très tôt. Ainsi nous pouvons dans ce cas observer la continuité parfaite des manifestations morbides. Nous avons remarqué cette continuité pendant l'été extrêmement sec de 1904, sur les parcelles mentionnées du Champ d'Expériences, qui servaient depuis plusieurs années aux cultures de betteraves.

Si la culture se fait dans des conditions normales, les manifestations extérieures de l'action du *Myxomonas* ne se font point voir durant les périodes de la végétation la plus forte des betteraves, vu la grande force de résistance des plantes en ce moment, dont la croissance rapide compense facilement les dommages causés par le parasite. La seule marque extérieure de la maladie, que nous apercevons alors, est un brunissement et un desséchement çà et là d'un limbe ou d'un pétiole.

En considérant ce qui a été dit sur le mode de vie du *Myxomonas betae*, nous émettons la supposition, que l'infection du sol par ce parasite puisse bien être une des causes principales, sinon même la cause principale, de ce qu'on appelle la fatigue du sol dans la culture des betteraves. L'infection est le résultat nécessaire de la première culture de betteraves, qui était faite sur un terrain donné. Alors même que les plantes, dans cette première culture, ne présentaient aucun signe visible de la brûlure ou de la maladie du coeur, elles étaient cependant, selon toute probabilité, infectées dans certaines de leurs parties par le *Myxomonas betae* apporté avec leur

semence. On aperçoit des taches brunes, causées par le *Myxomonas*, çà et là sur les limbes et les pétioles des betteraves même dans les plantations les mieux cultivées et les plus réussies, où on ne trouve d'ailleurs aucune autre manifestation de la maladie. La décomposition dans le sol de ces feuilles attaquées par le parasite suffit seule à infecter le terrain, et cette infection sera d'autant plus forte, que les circonstances, dans lesquelles cette première culture s'effectuait, étaient moins favorables et que les plantes avaient eu par conséquence plus à souffrir de l'action du parasite. A la suite de l'infection du terrain, les betteraves qui y seront semées dans les années suivantes souffriront plus fortement de la brûlure et de la pourriture sèche, et donneront — malgré des engrais copieux — une récolte fort diminuée. Ce dernier fait nous semble résulter surtout de ce que les plantes perdent très tôt en été la majeure partie de leurs feuilles. Si nous poursuivons sur le terrain donné nos cultures de betteraves d'année en année, la diminution des récoltes pourra être moins sensible dans certaines années, si la culture s'effectue dans de très bonnes conditions atmosphériques. Mais cette diminution sera très forte, si les conditions extérieures moins favorables viennent se joindre à l'infection du sol. La diminution des récoltes d'une année à l'autre sera donc assez variable, tout en étant appréciable toujours, si l'on considère les résultats de plusieurs années de suite.

Nous nous permettons enfin d'attirer encore l'attention du lecteur sur une question fort importante, mais que nous n'avons point étudiée, au sujet de laquelle nous ne pouvons donc formuler qu'une supposition. Il s'agit notamment du rapport, qui pourrait exister entre l'envahissement plus ou moins fort des tissus par le *Myxomonas* et la quantité du sucre dans le suc des betteraves. Les sucreries tiennent généralement pour un fait établi, que la maladie du coeur de la betterave a pour résultat une diminution du pourcentage de sucre dans les tissus de la racine, même dans les parties où celle-ci n'est pas encore visiblement atteinte de pourriture. Cette diminution du pourcentage de sucre dans les betteraves malades a été observée par Stift, qui note que la quantité de sucre descendait dans les cas étudiés par lui jusqu'à 12·6% et une fois même jusqu'à 6·6%. Le fait d'une diminution de sucre dans les tissus des excroissances a été aussi remarqué par Stift, Ströhmer et Karpiński. Le mode de vie du *Myxomonas* dans les cellules des

tissus nous amène à supposer, que ce parasite puisse bien être la cause de la diminution de la quantité du sucre dans les betteraves — et par là de la valeur des récoltes.

---

Nous avons fait ce travail au laboratoire microbiologique de M. le prof. Nowak à l'Université de Cracovie, et sur le Champ d'Expériences de la même Université. Nous tenons ici pour un aimable devoir d'adresser nos plus vifs remerciements à MM. le prof. dr. Nowak et le dr. Kania, qui ont bien voulu faire nos microphotographies, à M. le pr.-doc. dr. Krzyształowicz, qui a eu la bienveillance d'exécuter les dessins joints à ce travail et à M. le dr. Goliński, qui a eu la bonté de faire les photographies macroscopiques.

Cracovie, le 15 janvier 1906.

## Explication des figures.

Fig. 1. Zoospores dans un espace intercellulaire. Pulpe de la racine. Grossissement de 2000 diamètres.

Fig. 2. Zoospores dans le suc de la racine. Grossissement de 1500 diam.

Fig. 3. Zoospores et leur bipartition. Suc de la racine de betterave. 1, 1, 1 zoospores; 2, 2, 2 zoospores en état de bipartition; 3, 3, 3 myxamibes. Grossissement de 2000 diam.

Fig. 4. Myxamibes avec leurs noyaux. Cellule du parenchyme du pétiole. Grossissement de 2000 diam.

Fig. 5. Myxamibes à vacuoles visibles. Cellule épidermique d'une jeune bettorave attaquée par la brûlure: 1 myxamibe avec des vacuoles. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 6. Myxamibes entourant le noyau cellulaire. Parenchyme du pétiole. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 7. Plasmode réticulé dans une cellule parenchymateuse du pétiole. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 8. Plasmode réticulé en état de formation dans une cellule du parenchyme du pétiole. 1, 1, 1-protoplasme à noyaux des myxamibes en état de se dissoudre dans le plasmode. 2-noyau cellulaire décomposé. Grossissement de 2000 diamètres.

Fig. 9. Plasmode à nombreux noyaux. Les noyaux ont l'aspect de points noirs entourés d'un halo de protoplasme hyalin. Parenchyme du pétiole. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 10. Un plasmode passant à travers les cloisons cellulaires. 1-protoplasme du Myxomonas condensé et de couleur olivâtre, 2, 2 prolongements à bouts renflés qui percent la cloison. Parenchyme du pétiole. Dessiné au micr. de Leitz, obj. 8, oc. 3.

Fig. 11. Plasmodes ramifiés dans une cellule du parenchyme du pétiole. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 12. Cloison cellulaire troué par le passage du plasmode. Parenchyme de la racine de betterave. Grossissement 1000 diam.

Fig. 13. Spores avec leurs noyaux, dans le suc de la racine malade. Leitz, immers., oc. 3.

Fig. 14. Spores du Myxomonas dans une cellule du parenchyme de la racine. Grossissement de 2000 diam.

Fig. 15. Spores dans une cellule épidermique du pétiole. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 16. Germination des spores du Myxomonas dans une goutte suspendue. 1-première, 2-deuxième, 3-troisième phase de la germination. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 17. Kystes disséminés dans les cellules de l'épiderme. Tache noire sur le pétiole.

Fig. 18. Kystes réunis autour du noyau de la cellule de l'épiderme du pétiole. Structure des kystes. Leitz, immers. oc. 3.

Fig. 19. Germination des kystes dans les cellules épidermiques du pétiole. 1, 1, 1, 1 protoplasme sortant des kystes. Grossissement de 2000 diam.

Fig. 20. Kystes vides dans une cellule de l'épiderme. La cellule voisine renferme des kystes non encore germés. Grossissement de 2000 diam.

Fig. 21. Myxamibes sortis des kystes. Cellule épidermique du pétiole. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 22. Masses protoplasmiques qui se dégagent à l'extérieur des tissus, en traversant les parois externes des cellules du pétiole. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 23. Commencement de la formation des zoosporanges dans la matière désagrégée du noyau cellulaire. Parenchyme du pétiole. Grossissement de 2000 diamètres.

Fig. 24. Formation d'un zoosporange dans la cellule de l'épiderme du pétiole. Tissu tué par un séjour de 48 heures dans l'alcool à $50^0$ et employé ensuite pour la culture pure du Myxomonas.

Fig. 25. Zoosporanges formés en dehors du tissu de la plante germante, tuée par la brûlure. 1. 2, 3 — les phases successives du développement du zoosporange. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 26. Zoosporange troué et déjà vide. — Leitz, immers., oc. 3.

Fig. 27. Jeune zoosporange attaqué par un filament de champignon et en partie vidé. Grossissement de 1000 diam.

Fig. 28. Zoosporanges vides dans une cellule du tissu des enveloppes de la graine. Grossissement de 2000 diam.

Fig. 29. Brunissement des parois des cellules parenchymateuses de la racine d'une betterave sucrière. Grossissement de 200 diam.

Fig. 30. Betterave sucrière dont les limbes et les pétioles des feuilles ont été détruits par le Myxomonas. 1 — rosette adventive de jeunes feuilles. Phot. en été de 1904.

Fig. 31. Coupe de la tête d'une betterave sucrière malade de la pourriture

sèche. 1 — brunissement du tissu du cocur, 2, 2, 2 taches brunes sous-épidermiques. Phot. en 1904.

Fig. 32. Grandes cavernes dans la pulpe des betteraves potagères. Phot. en 1904.

Fig. 33. Betteraves potagères fortement attaquées par la pourriture sèche. Cavernes ouvertes déjà à l'extérieur. Phot. en 1904.

Fig. 34. Excroissance sur la racine d'une betterave sucrière. — 1905.

Fig. 35. La même excroissance coupée, pour montrer les cavernes internes et la destruction du tissu. Phot. en 1905.

---

16. M. MARIE SMOLUCHOWSKI. **O średniej drodze cząsteczek gazu i o związku jej z teoryą dyfuzyi.** ***(Sur le chemin moyen parcouru par les molécules d'un gaz et sur son rapport avec la théorie de la diffusion).*** Mémoire présenté par M. Lad. Natanson, m. t.

§ 1. Une des notions fondamentales de la théorie cinétique des gaz est le chemin „libre" moyen $\lambda$ — c'est-à-dire la valeur moyenne de la distance parcourue en ligne droite par une molécule dans l'intervalle entre deux chocs consécutifs. Cette notion est due à Clausius et est liée avec la théorie que Clausius a donné et qui considère les molécules comme des sphères rigides. On sait que Maxwell, corrigeant le calcul de Clausius, a donné une formule exacte pour la détermination de cette grandeur en fonction des dimensions des molécules. Malgré de nombreuses tentatives on n'a pas encore réussi à établir une relation exacte entre la quantité $\lambda$ et les phénomènes de la viscosité, de la conductibilité thermique et de la diffusion. Par conséquent les valeurs de $\lambda$ données ordinairement, déduites au moyen d'une théorie inexacte, ne peuvent être considérées que comme des vagues approximations.

Quoi qu'il en soit, les mouvements „libres" des molécules sont connus, au moins au point de vue qualitatif; mais il paraît qu'on n'a pas encore étudié les mouvements moléculaires résultant de la combinaison de plusieurs parcours libres, par l'action des chocs successifs; c'est un problème qui semble offrir un certain intérêt au point de vue théorique.

On peut attaquer ce problème par deux voies différentes: dans le premier cas (*a*) c'est la distance droite entre le point de départ et le lieu définitif que la molécule atteint dans un certain temps, en poursuivant son chemin en zigzag, dans le second cas (*b*) c'est la distance atteinte après un certain nombre de

collisions, qu'il s'agit de calculer. Ces deux problèmes donnent naissance aux deux notions suivantes: *a*) à la notion du chemin moyen parcouru dans un certain temps, *b*) à la notion de la distance moyenne parcourue jusqu'à la $n$-ième rencontre. Un cas spécial de la dernière serait (pour $n = 1$) le chemin „libre" moyen.

La supériorité de la notion (*a*) à (*b*) consiste dans ce qu'elle n'est pas astreinte à l'hypothèse des sphères rigides. La distance parcourue dans un temps donné est une grandeur bien définie aussi dans le cas, où des forces intermoléculaires quelconques (p. ex. $\frac{1}{r^5}$ d'après Maxwell) entraînent les molécules sur des chemins de courbure continue. Mais l'évaluation de cette grandeur (*a*) est plus difficile que celle de la quantité (*b*). Même pour un temps plus court que la durée moyenne du mouvement libre, il faudrait tenir compte d'une certaine probabilité d'un, de deux, de trois, .... chocs, et de la possibilité des chemins en zigzag, qui en résulteraient, ce qui provoque une extrême complication dans les calculs. Pour un temps comparativement long, au contraire, ces raisonnements deviennent plus simples, parce qu'alors la valeur de (*a*) coïncide avec la valeur correspondante de (*b*). Cela résulte des lois fondamentales de la probabilité, qui exigent dans notre cas que le nombre des collisions accidentelles $n$ dans le temps $t$ soit relativement d'autant plus rapproché du nombre moyen $N$, correspondant à ce temps, que celui-ci est plus grand. Par conséquent, les deux fonctions, désignant le même chemin, l'une en fonction de $t$, l'autre en fonction de $n$, deviennent identiques dans ce cas limite.

§ 2. Ce qui précède peut être illustré par un calcul très simple, en faisant la supposition (ce que nous accepterons aussi dans ce qui suit) que l'influence de la vitesse de la molécule sur son $\lambda$ peut être négligée, ou ce qui revient au même, que les molécules ont toujours la même vitesse.

On sait alors que la probabilité d'un chemin $x$ parcouru sans collision est:

$$p_0 = e^{-\frac{x}{\lambda}}. \tag{1}$$

la probabilité du mouvement libre pendant le temps $t$ est donc

$$p_0 = e^{-\frac{ct}{\lambda}}. \tag{2}$$

On obtient la probabilité d'un mouvement tel que la molécule subisse une collision dans ce temps $t$, en multipliant la probabilité d'une collision dans le temps $\Theta \ldots \Theta + d\Theta$, c'est-à-dire $\frac{c}{\lambda} e^{-\frac{c\Theta}{\lambda}} d\Theta$, par la probabilité d'un mouvement libre du moment $\Theta$ jusqu'à $t$, c'est-à-dire $e^{-\frac{c(t-\Theta)}{\lambda}}$, et en intégrant cette expression d'après $d\Theta$ entre les limites zéro et $t$:

$$(3) \qquad p_1 = \int_0^t \frac{c}{\lambda} e^{-\frac{c\Theta}{\lambda}} d\Theta \, e^{-\frac{c(t-\Theta)}{\lambda}} = \frac{ct}{\lambda} e^{-\frac{ct}{\lambda}}.$$

D'une manière analogue on obtient la probabilité de deux collisions pendant $t$:

$$p_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{ct}{\lambda}\right)^2 e^{-\frac{ct}{\lambda}}.$$

en général, la probabilité de $n$ collisions:

$$(4) \qquad p_n = \frac{1}{n!} \left(\frac{ct}{\lambda}\right)^n e^{-\frac{ct}{\lambda}},$$

La somme des $p$ est égale à l'unité: $\lim (p_1 + p_2 + \ldots p_n) = 1$, puisqu'il est certain qu'il y aura un nombre quelconque de collisions (y compris zéro) pendant le temps $t$. Des considérations analogues s'appliquent aux intégrales $\int_0^\infty \frac{c}{\lambda} p_k \, dt$.

En désignant $\frac{ct}{\lambda}$, ce qui représente le nombre normal des chocs dans le temps $t$, par $N$ et en développant $n!$ d'après la formule d'approximation bien connue, on peut transformer (4) en:

$$(5) \qquad p_n = \frac{1}{\sqrt{2n\pi}} \left\{ \frac{N}{n} e^{1-\frac{N}{n}} \right\}^n,$$

ce qui donne la loi approximative de la distribution des chocs:

$$(6) \qquad p_n = \frac{1}{\sqrt{2N\pi}} e^{-\frac{N\delta^2}{2}}$$

où l'on a posé $\frac{N}{n} = 1 + \delta$.

Il en résulte que la possibilité d'un écart $\delta$ à partir d'un nombre normal $N$ de collisions est d'autant moindre que le nombre $N$ est plus grand.

§ 3. Dans ce qui suit, nous examinerons surtout ce cas limite d'un grand $N$, où les deux notions exposées plus haut se confondent. La question fondamentale peut être énoncée de la manière suivante: Observons les molécules, se déplaçant par suite de leurs mouvements, apparemment irréguliers, en zigzag, et demandons-nous quelle est la probabilité qu'une molécule atteigne dans un temps $t$ un déplacement compris entre les coordonnées $x$, $y$, $z$, $x + dx$, $y + dy$, $z + dz$, par rapport à sa position initiale. Pour simplifier le calcul nous ferons la même supposition que ci-dessus: $\alpha$) que $\lambda$ est une quantité constante, et, en outre, $\beta$) que la probabilité de la naissance d'un mouvement par suite de chaque collision est la même dans toutes les directions de l'espace.

Cette supposition $\beta$) n'est exacte que dans le cas, où le centre de gravité des deux molécules est en repos; dans le cas contraire elle entraînera une certaine erreur, que nous discuterons plus loin. C'est la même inexactitude à laquelle nous avons fait allusion au commencement du § 1 et qui se retrouve, sous une forme plus ou moins apparente, dans tous les calculs de la théorie ordinaire des sphères rigides [1]). C'est aussi ce que nos résultats auront de commun avec la théorie ordinaire: ils ne donneront pas des valeurs exactes, mais des indications qualitatives. Nous verrons cependant que quelques conclusions pourront tout de même être considérées comme exactes.

§ 4. Il sera utile de faire le calcul, d'abord en le simplifiant par la supposition que le chemin parcouru par chaque molécule soit toujours égal à $\lambda$. Dans ce cas chaque collision peut avoir lieu avec la même probabilité dans un point quelconque d'une sphère de rayon $\lambda$, construite autour du point, où la collision antérieure s'est faite. La probabilité que le lieu de la première collision soit compris entre les abscisses $x \ldots x + dx$ sera définie par le rapport entre l'aire de l'anneau y correspondant et la surface totale de la sphère:

$$p_1(x)\, dx = \frac{dx}{2\lambda}\,. \tag{7}$$

[1]) Voir, p. ex., Boltzmann: Gastheorie I, p. 95.

La probabilité d'un premier choc dans un point quelconque $\xi$, situé dans l'intervalle $x+\lambda$, $x-\lambda$, et d'un second choc dans $x\ldots x+dx$ sera:

$$(8)\qquad p_2(x)\,dx = \frac{dx}{2\lambda}\int_{x-\lambda}^{x+\lambda} p_1(\xi)\,d\xi\,.$$

De même la probabilité d'un $n$-ième choc dans $x\ldots x+dx$:

$$(9)\qquad p_n(x)\,dx = \frac{dx}{2\lambda}\int_{x-\lambda}^{x+\lambda} p_{n-1}(\xi)\,d\xi\,.$$

L'évaluation des $p$ successifs peut se faire aisément d'après cette formule, mais les résultats deviennent très compliqués pour des grands $n$ à cause de la discontinuité de $p_1$.

On évite cette difficulté en transformant la fonction $p_1$ par moyen de l'intégrale de Fourier:

$$(10)\quad p_1(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty} dq \int_{-\infty}^{+\infty} p_1(\alpha)\cos q(x-\alpha)\,d\alpha = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty}\frac{\sin q\lambda}{q\lambda}\cos qx\,dq$$

d'où l'on tire

$$(11)\qquad p_n(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty}\left(\frac{\sin q\lambda}{q\lambda}\right)^n \cos qx\,dx$$

ce qui pour des nombres $n$ grands se transforme, en développant $\frac{\sin z}{z} = 1 - \frac{z^2}{3!} + \frac{z^4}{5!} + \ldots$ et en négligeant les termes d'ordre supérieur, en:

$$(12)\qquad p_n(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty} e^{-\frac{n(q\lambda)^2}{6}}\cos qx\,dq = \sqrt{\frac{3}{2n\pi}}\,\frac{e^{-\frac{3x^2}{2n\lambda^2}}}{\lambda}$$

où l'on a employé la formule

$$\int_0^{\infty}\cos\alpha z\, e^{-\beta z^2}\,dz = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{\beta}}\,e^{-\frac{\alpha^2}{4\beta}}\,.$$

Il en résulte la probabilité que la molécule ait atteint un déplacement $x \ldots x + dx$ dans un temps $t$ $\left(\text{égal à } \frac{n\lambda}{c}\right)$:

$$p_n(x)\,dx = \sqrt{\frac{3}{2\pi c t \lambda}}\, e^{-\frac{3x^2}{2ct\lambda}}\, dx. \tag{13}$$

On en déduit le chemin moyen parcouru dans ce temps, d'une façon analogue à (31):

$$\overline{r_n} = \sqrt{\frac{8n}{3\pi}}\,\lambda. \tag{14}$$

Remarquons encore que le carré moyen du chemin peut être obtenu aussi par une méthode directe très simple: le carré moyen de la distance $r$ entre les points d'une sphère et un point donné est égal à la somme des carrés du rayon $a$ de la sphère et de la distance $b$ entre son centre et le point donné, puisque le terme dernier de l'expression $r^2 = a^2 + b^2 + 2ab\cos\theta$ a la valeur moyenne zéro. Il en résulte que le carré moyen de la distance atteinte au moment du $n$-ième choc est égal à la somme des carrés des chemins libres précédents, c'est-à-dire:

$$r_n^2 = \lambda^2 n, \tag{15}$$

cette expression est valable pour un $n$ quelconque.

§ 5. Essayons maintenant d'effectuer le calcul avec plus d'exactitude, en supprimant la supposition du § 4. On sait que les molécules n'ont pas toutes le même libre parcours $\lambda$. La probabilité d'en trouver une qui s'est éloignée d'une distance $\varrho$ du point de départ sera $e^{-\frac{\rho}{\lambda}}$. Il y aura $e^{-\frac{\rho}{\lambda}}\frac{d\varrho}{\lambda}$ chocs dans la couche sphérique d'épaisseur $d\varrho$, dont une partie, définie par le rapport $\frac{2\pi\varrho\,dx}{4\pi\varrho^2} = \frac{dx}{2\varrho}$ sera comprise entre les abscisses $x$ et $x + dx$; ainsi la probabilité pour qu'une collision ait lieu dans la distance $x \ldots x + dx$, sera en somme:

$$p_1(x)\,dx = \int_{\rho=|x|}^{\rho=\infty} \frac{e^{-\frac{\rho}{\lambda}}}{2\lambda\varrho}\, d\varrho\, dx = \frac{dx}{2\lambda}\int_{|x}^{\infty} \frac{e^{-\frac{\rho}{\lambda}}}{\varrho} \tag{16}$$

où pour des abscisses négatives doit être prise la valeur absolue

de $x$. La double valeur de l'intégrale de cette fonction entre les limites $0$ et $\infty$ doit être égale à l'unité, ce qui peut être vérifié aisément par intégration partielle. Donc, nous savons que $p_1(z)\,dz$ sera la probabilité d'une première collision dans la couche $z \ldots z + dz$, et que $p_1(x-z)\,dz$ sera la probabilité d'une collision dans $x \ldots x + dx$ pour une molécule qui est sortie de $z$. Par conséquent la probabilité totale d'une première collision dans un point quelconque et d'une deuxième dans $x \ldots x + dx$ sera:

(17) $$p_2\, x\,(dx) = dx \int_{-\infty}^{+\infty} p_1(z)\, p_1(x-z)\, dz\,;$$

d'une manière analogue la probabilité d'une troisième collision dans $x \ldots x + dx$:

$$p_3\, x\,(dx) = dx \int_{-\infty}^{+\infty} p_2(z)\, p_1(x-z)\, dz$$

et, en général

(18) $$p_n\, x\,(dx) = dx \int p_{n-1}(z)\, p_1(x-z)\, dz\,.$$

L'évaluation dans ces expressions ne peut pas être faite immédiatement par la méthode du § 4 à cause de la forme plus compliquée de $\varphi$. Mais si on les transforme par intégration partielle:

$$\int p_{n-1}(z)\, p_1(x-z)\, dz = p_1(x-z) \int p_{n-1}(z)\, dz +$$
$$+ \int dz\, p'_1(x-z) \int p_{n-1}(z)\, dz$$

et si l'on considère que $p_1$ disparaît pour $+\infty$ et $-\infty$, on obtient la formule:

(19) $$p_n(x) = -\int_{-\infty}^{+\infty} dy\, p'_1(y) \int^{x-y} p_{n-1}(z)\, dz$$

où l'on a posé $x - z = y$, ce qui se prête à la substitution de $p'_1(y)$ dérivé de (16):

(20) $$p_1'(y) = -\frac{1}{2\lambda}\,\frac{e^{-\frac{(y)}{\lambda}}}{y}$$

dans laquelle l'exposant contient la valeur absolue de $y$. Or, l'intégrale se divise en deux parties, entre les limites $-\infty$, $0$ et $0$, $+\infty$, qui peuvent être réunies, si l'on substitue la variable avec signe inverse, dans la première. Ainsi on obtient la forme voulue:

$$p_n(x) = -\frac{1}{2\lambda}\int_0^\infty \frac{e^{-\frac{y}{\lambda}}}{y}\left[\int_0^{x-y} - \int_0^{x+y} p_{n-1}(z)\,dz\right]dy\,. \tag{21}$$

Afin de pouvoir employer cette équation à l'évaluation successive des $p$, transformons $p_1$ dans (16) à l'aide de l'intégrale de Fourier (10):

$$p_1(z) = \frac{1}{2\lambda\pi}\int_0^\infty dq\int_{-\infty}^{+\infty}\cos q\,(z-\alpha)\int_{|\alpha|}^\infty \frac{e^{-\frac{\varrho}{\lambda}}}{\varrho}\,d\varrho\,d\alpha =$$

$$= \frac{1}{2\pi\lambda}\int_0^\infty dq\int_0^\infty [\cos q\,(z-\alpha) + \cos q\,(z+\alpha]\int_\alpha^\infty \frac{e^{-\frac{\varrho}{\lambda}}}{\varrho}\,d\varrho\,d\alpha$$

ce qui donne, par intégration partielle d'après $\alpha$:

$$p_1(z) = \frac{1}{\pi\lambda}\int_0^\infty \frac{dq\,.\cos q z}{q}\,\varphi(q) \tag{22}$$

où la fonction $\varphi$ signifie:

$$\varphi(q) = \int_0^\infty \sin q\alpha\,\frac{e^{-\frac{\alpha}{\lambda}}}{\alpha}\,d\alpha\,. \tag{23}$$

En introduisant cette expression dans (21), on obtient:

$$p_2(x) = -\frac{1}{2\lambda^2\pi}\int_0^\infty \frac{e^{-\frac{y}{\lambda}}}{y}\,dy\int_0^\infty \frac{dq}{q_2}\,\varphi(q)\Big[\sin q\,(x-y) - \sin q\,(x+y)\Big]$$

$$= \frac{1}{\lambda^2\pi}\int_0^\infty dq\cos qx\left[\frac{\varphi(q)}{q}\right]^2 \tag{24}$$

et dans le cas général:

$$p_n(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \left[\frac{\varphi(q)}{q\lambda}\right]^n \cos qx\, dq\,. \tag{25}$$

Cette équation se simplifie par le développement de $\sin q\,\alpha$,

$$\varphi(q) = q\lambda \left[1 - \frac{(q\lambda)^2}{3} + \frac{(q\lambda)^4}{5} - \ldots\right] = arctg\,(q\lambda) \tag{26}$$

et par l'omission des termes d'ordre supérieur et devient tout-à-fait analogue pour des grands nombres $n$ à l'équation (12):

$$p_n(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty e^{-\frac{n q^2 \lambda^2}{3}} \cos qx\, dq = \frac{1}{2\lambda} \sqrt{\frac{3}{\pi n}}\, e^{-\frac{3x^2}{4n\lambda^2}} \tag{27}$$

Donc, la probabilité pour qu'une molécule subisse un déplacement $x \ldots x + dx$, dans le temps $t$ (grand en comparaison avec le temps du mouvement libre) est:

$$p_n(x)\, dx = \frac{\beta}{\sqrt{\pi t}}\, e^{-\frac{\beta^2 x^2}{t}}\, dx \tag{28}$$

où $\beta$ signifie le coefficient $\sqrt{\frac{3t}{4n\lambda^2}} = \sqrt{\frac{3}{4c\lambda}}$, et, en général, la probabilité d'un déplacement caractérisé par les composantes $x$. $y$, $z$ sera:

$$p_n(x, y, z)\, dx\, dy\, dz = \left[\frac{\beta}{\sqrt{\pi t}}\right]^3 e^{-\frac{\beta^2 (x^2 + y^2 + z^2)}{t}}\, dx\, dy\, dz\,. \tag{29}$$

Le déplacement moyen en $x$ (positif ou négatif) sera donc:

$$\bar{x} = \frac{1}{\beta} \sqrt{\frac{t}{\pi}} \tag{30}$$

la distance moyenne radiale:

$$\bar{r} = \frac{1}{2\beta} \sqrt{\frac{t}{\pi}} = \frac{4\lambda}{\sqrt{3\pi}} \sqrt{n} = 4 \sqrt{\frac{c\lambda t}{3\pi}} \tag{31}$$

et le carré moyen de la distance:

$$\overline{r^2} = \frac{3}{2\beta^2 t} = 2n\lambda^2. \tag{32}$$

§ 6. On observera que le raisonnement n'est pas changé, si les grandeurs $\lambda$, $c$, $n$ se rapportent à une molécule qui se trouve mélangée à des molécules d'un gaz différent. La nature de ce gaz n'aura d'influence que sur la grandeur absolue de $\lambda$. Par conséquent nous pouvons directement appliquer ces résultats à la théorie de la diffusion d'un gaz dans un autre, dans le cas, où la petitesse des différences de concentration permet de regarder $\lambda$ comme constant.

Supposons que la concentration (c'est-à-dire le nombre relatif des molécules d'une espèce) soit déterminée dans un certain moment initial par la fonction $f_0(x)$. Alors chaque couche $dx$ du mélange peut être regardée comme une source d'où les molécules, en nombre proportionnel à $f_0(x)\,dx$, se dissipent d'après la loi (28) Donc, après un temps $t$, on aura dans un point $X$, la concentration:

$$f(X, t) = \frac{\beta}{\sqrt{\pi t}} \int_{-\infty}^{+\infty} f_0(x)\, e^{-\frac{\beta^2 (X-x)^2}{t}}\, dx\,. \tag{33}$$

C'est précisément la formule que nous fournit la théorie classique de la diffusion comme solution particulière de l'équation différentielle de la diffusion dans les conditions initiales admises, si l'on pose le coefficient de diffusion

$$D = \frac{1}{4\beta^2} = \frac{c\lambda}{3}\,. \tag{34}$$

Nous retrouvons ainsi dans (34) un résultat bien connu de la théorie cinétique des gaz [1]). Mais la méthode directe exposée plus haut est supérieure aux calculs usuels dans ce qu'elle conduit à l'interprétation physique du résultat (33) qu'on obtient à l'ordinaire par des raisonnements mathématiques indirects, en suivant le détour qu'implique l'usage de l'équation différentielle de la diffusion.

Par des considérations tout-à-fait analogues on obtient, dans le cas de trois dimensions, la solution générale du problème de la diffusion dans des conditions initiales données, en partant de la formule (29): La concentration dans le point donné sera, au moment $t$:

$$f(t) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{\beta}{\sqrt{t}}\right)^3 \int_0^{\infty} \psi(r)\, e^{-\frac{\beta^2 r^2}{t}}\, r^2\, dr \tag{35}$$

[1]) Voir, p. ex., Boltzmann: Gastheorie I, p. 90.

où $\psi(r)$ est la valeur moyenne de la concentration initiale sur la surface d'une sphère à rayon $r$ [1]).

§ 7. Remarquons que le calcul simplifié du § 4 donne un résultat analogue, avec cette différence seulement, que le coefficient de la diffusion aurait la moitié de la valeur déduite plus haut. Ceci est en accord parfait avec le résultat qu'on déduit de la théorie ordinaire en tenant compte des mêmes hypothèses. Car dans le nombre des molécules touchant un plan donné seules les molécules compteront qui se trouvent dans une couche $\lambda$, si $\lambda$ est le chemin parcouru par chacune d'elles; la valeur moyenne de leur chemin jusqu'à l'intersection avec le plan ne sera que $\frac{\lambda}{2}$, tandis qu'elle devrait être égale au chemin libre moyen $\lambda$, d'après l'analyse exacte.

Nous avons dit que les résultats du § 5 ne seront non plus entièrement exacts, à cause de l'introduction des suppositions simplificatrices du § 3; ceci est un défaut commun à nos calculs et à la théorie ordinaire de ces phénomènes. On a essayé, il est vrai, d'en dégager la théorie ordinaire, en tenant compte de ce que les chocs moléculaires tendent en moyenne à favoriser la direction du mouvement primitif (persistance de vitesse). M. Jeans [2]) a trouvé, en effet, que la vitesse après une collision aura, en moyenne, une composante dans la direction du mouvement primaire, égale à 0·406 de la vitesse de celui-ci. Cependant, il n'essaye pas de déduire l'effet exact de plusieurs chocs consécutifs; il se borne à un raisonnement tout-à-fait approximatif. Il est probable, que le résultat indiqué par M. Jeans qui se ramène à multiplier $\lambda$ par le coefficient 1·684, est plus rapproché de la vérité que le calcul usuel, et on pourrait introduire ce coefficient dans nos formules avec la même justification.

Il est facile de comprendre comment il faudrait conduire le calcul rigoureux sans simplications, en suivant notre méthode, mais les difficultés d'intégration paraissent presque insurmontables. La forme de l'équation (25) devrait subir une modification pour des petits nombres $n$; mais l'influence de la vitesse primaire sera vite effacé par les chocs consécutifs, en sorte que les chemins parcourus p. ex.

[1]) Voir, p. ex., Riemann-Weber: Partielle Differentialgleichungen 2, p. 125. On pourrait parvenir, évidemment, aux relations (28—32) aussi par la méthode inverse, en partant de la théorie ordinaire de diffusion, vu sa coïncidence avec nos résultats.

[2]) Phil. Mag. 8, p. 670 (1904).

pendant dix collisions peuvent être considérés comme tout-à-fait indépendants.

Par conséquent, il ne faudra changer dans (28) pour des nombres grands $n$, que le coefficient numérique de $\beta$.

Il est probable que la persistance des vitesses est plus considérable encore dans les liquides, et c'est pourquoi la formule (34) ne pourrait être appliquée dans ce cas qu'à une évaluation vague de l'ordre de grandeur, ou plutôt de la limite supérieure de $\lambda$.

---

17. Mme RADWAŃSKA MARIE. **Przednie serca limfatyczne żaby.** ***(Die vorderen Lymphherzen des Frosches).*** *(Sur les coeurs lymphatiques antérieurs de la grenouille).* Mémoire présenté par M. H. Hoyer m. c.

Alle Autoren bis auf Wieliky, welche sich mit der Anatomie und der Physiologie der Lymphherzen bei Fröschen beschäftigt haben, geben an, daß nur ein Paar vordere und ein Paar hintere Lymphherzen bei Fröschen existieren. Der erste welcher eine größere Anzahl von Lymphherzen beim Frosch festgestellt hat, ist Wieliky [1]). Derselbe macht über die vorderen Lymphherzen keine weiteren Angaben, dagegen beschreibt er bei Froschlarven 4—5, bei erwachsenen Fröschen je 3 hintere Lymphherzen auf jeder Seite. Die Angaben von Wieliky bezüglich der hinteren Lymphherzen wurden alsdann von Prof Hoyer bestätigt und zugleich berichtigt. Hoyer [2]) fand nämlich bei erwachsenen Fröschen 4 Paar hintere Lymphherzen und spricht die Vermutung aus, daß die größere Anzahl der Lymphherzen der Frösche wahrscheinlich ein Rest der zahlreichen Lymphherzen der Urodelen darstelle. Es wäre ja auch recht wohl denkbar, daß von den 14—20 Lymphherzen, welche bei Urodelen die Seitenteile des Thorax jederseits einnehmen, bei Anuren mehrere und zwar die mittleren schwinden, so daß nur die vorderen und hinteren Lymphherzen jeder Reihe bestehen bleiben.

[1]) Wieliky W.: Weitere Untersuchungen über die Lymphherzen und die Lymphgefäße einiger Amphibien. Supplem. zum 59. Bande der Denkschriften d. k. Ak. d. Wiss. Petersburg 1888. (russisch). Ausführlicher Bericht darüber in Hoffmann Schwalbes Jahresbericht 1889. S. 235—238.

[2]) H. Hoyer: Über die Lymphherzen der Frösche. Cracovie 1904. Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie.

Nachdem nun die hinteren Lymphherzen des Frosches genauer untersucht worden waren, mußten auch die vorderen einer erneuten Untersuchung unterzogen werden.

Die Literatur über die Anatomie und Histologie der vorderen Lymphherzen ist im allgemeinen viel spärlicher als diejenige über die hinteren. Verfasserin gibt zunächst eine Übersicht über die Arbeiten von Joh. Müller, Panizza, Ranvier, Josifoff und geht dann zu ihren eigenen Untersuchungen über.

---

Bei der Kleinheit der Lymphherzen und bei ihrer versteckten Lage erschien es am zweckmäßigsten, die Lymphherzen samt den sie umgebenden Gewebsteilen aus dem Körper des Frosches *(Rana esculenta)* herauszuschneiden und zu fixieren, dann in üblicher Weise in Paraffin einzubetten und in Serienschnitte zu zerlegen. Zu diesem Zwecke wurde aus dem Rücken des Frosches die Partie zwischen dem zweiten und fünften Wirbel herausgeschnitten, die Stücke in Perenyi Flüssigkeit fixiert und zugleich entkalkt und dann meistens nach Durchführung durch Alkohol in toto gefärbt.

Die Schnittserien wurden in verschiedenen Richtungen durch die herausgeschnittenen Stücke angelegt, und zwar in der transversalen, sagittalen und horizontalen Ebene.

Zur besseren Orientierung über die Lage und die Form des Herzens sowie der einmündenden, mit Klappen versehenen, Lymphgefäße habe ich nach einer Serie von Schnitten ein Plattenmodell hergestellt. Dieses gab zwar die Form des Herzens und die Anordnung der Klappen wieder, doch waren diese selbst wegen ihrer Kleinheit nur sehr wenig sichtbar. Aus diesem Grunde habe ich von einer Abbildung des Modells Abstand genommen.

Da die Lage des vorderen Lymphherzens beim Frosch bereits mehrfach genau beschrieben worden ist, so brauche ich auf dieselbe nicht näher einzugehen.

An den zahlreichen Schnitten konnte ich endgiltig feststellen, daß auf jeder Seite nur je ein vorderes Lymphherz vorhanden ist.

Die Form des Herzens ist ungefähr eiförmig; seine Größe ist veränderlich und im allgemeinen von der Größe des ganzen Körpers abhängig. Wenn wir als Maß die Größe der Herzhöhle annehmen, so beträgt bei einem erwachsenen Frosche die Länge derselben ungefähr 1 mm, die Breite 0·3 mm und die Tiefe 0·6 mm; das Volumen also ungefähr 0·5 mm³.

Das Herz grenzt nicht unmittelbar an die umgebenden Gewebe, wie Muskeln, Knochen und Peritoneum, sondern es wird von allen Seiten von einem mehr oder weniger gut entwickelten Lymphsinus umgeben. Der Sinus ist durchaus nicht einheitlich, sondern bildet einen Raum, welcher durch Scheidewände in mehrere Abteilungen geteilt wird, die jedoch sämtlich untereinander zusammenhängen, so daß die Lymphe mit großer Leichtigkeit aus einer Abteilung in alle anderen übergehen kann (Fig. 1.) Die den Sinus durchziehenden Scheidewände bilden zugleich Aufhängebänder (Ligamente) für das Herz. Es lassen sich folgende am stärksten entwickelte Ligamente unterscheiden. Erstens ein Band, welches die Herzwand mit dem *Musculus serratus medius* und der *Scapula* verbindet; ein zweites starkes und flaches Band liegt ventral und verbindet die vordere (kraniale) Herzwand mit dem *Processus transversus* des dritten Wirbels. Neben diesen zwei Hauptligamenten bestehen noch zwei kleinere. von denen das eine das Herz mit dem Querfortsatz des dritten Wirbels an seiner dorsalen Seite, das andere das Lymphherz auf einer kurzen Strecke an den *Musculus intertransversarius medialis* anheftet. Zuweilen stülpt sich das Herz nach vorne sackartig vor. In diesen Fällen erscheint dann die Ausstülpung direkt an den Knochen angewachsen zu sein.

Die angeführten Ligamente heften sich stets an die gleichen Herzteile an und sind daher als konstante Bildungen zu betrachten. Durch diese wird der das Herz umgebende Sinus in folgende 5 Räume geteilt.

Ein großer Lymphraum liegt zwischen der lateralen Wand des Herzens, dem Bindegewebsstrang, der sich von der Scapula bis zum Querfortsatze des dritten Wirbels hinzieht, und den das Herz umgebenden Muskeln. Dieser Raum besitzt zwar keine separaten Mündungen ins Herz. kommuniziert aber unmittelbar mit den übrigen Lymphräumen.

Ein zweiter Lymphraum liegt zwischen dem *Musculus serratus medius* und dem Herzen einerseits und dem *Musculus intertransversarius medialis* anderseits. Dieser Raum setzt sich aus mehreren Abteilungen zusammen, die in dem breiten, zwischen dem Herzen und dem *Musculus serratus medius* ausgebreiteten Ligamente liegen, und die sich zwischen den hinteren (kaudalen) Rand des Herzens und den *Musculus intertransversarius medialis* hineinzwängen. Aus diesem Raume führen zwei Mündungen ins Herz und zwar befindet

sich die eine an der vorderen (kranialen) Wand, die andere an der hinteren (kaudalen) Wand des Herzens. Beide sind mit Klappen

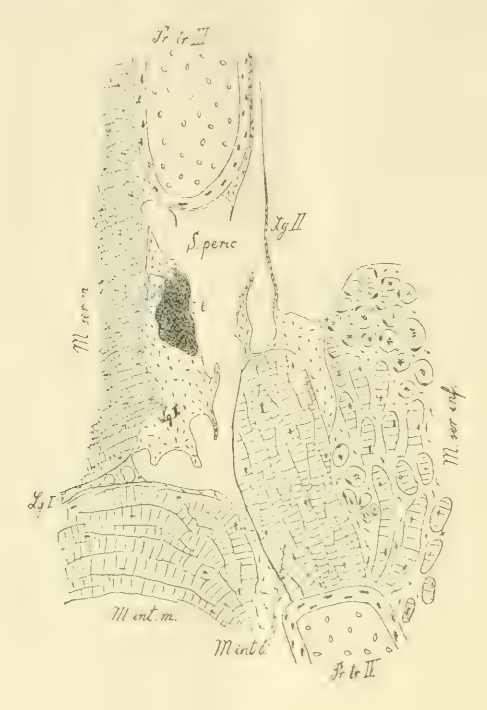


Fig. 1.

Sagittalschnitt durch den lateralsten Teil des rechten Lymphherzens.

*C. l.* — Cor lymphaticum.
*Pr. tr. III.* — Processus transversus vertebrae III.
*Pr. tr. IV.* — Processus transversus vertebrae IV.
*M. ser. m.* — Musculus serratus medius.
*M. ser. inf.* — Musculus serratus inferior.
*M. int. m.* — Musculus intertransversarius medialis.
*M. int. l.* — Musculus intertransversarius lateralis.
*Lg I* — Ligamentum primum.
*Lg II* — Ligamentum secundum.
*Lg IV* — Ligamentum quartum.
*S. peric.* — Sinus pericardialis,

welcher auf den weiteren Schnitten in Abteilungen zerfällt, die mit S I — S V bezeichnet sind. Vergr. 39 mal.

versehen. Unmittelbar neben der kaudalen Klappe ragt in die Höhlung des Herzens ein großer, dicker Fortsatz der Herzwand

hinein, der an Größe die daneben liegende Klappe mehrfach übertrifft. Wir werden darauf weiter unten noch zu sprechen kommen.

Der geräumigste, sich längs der ganzen Vorderwand des Herzens dahinziehende Raum jenes allgemeinen Sinus liegt unmittelbar



Fig. 2.

Schnitt derselben Serie wie Fig. 1, weiter medialwärts. Bezeichnung wie in Fig. 1.

hinter (kaudal) dem Querfortsatze des dritten Wirbels. Dieser Raum ist von vorne durch den Querfortsatz begrenzt, von rückwärts durch die Wand des Lymphherzens, dorsal durch den *Musculus serratus medius* und ventral durch das Ligament, welches das Herz an den Querfortsatz des dritten Wirbels anheftet. Diesen Raum können wir kurzweg als subkostal bezeichnen, da er unterhalb jenes Teiles des *Processus transversus* des Wirbels liegt, welcher der Rippe entspricht (Wiedersheim). Dieser Sack hat drei Mündungen. Eine derselben liegt lateral und setzt sich in die Herzwand als ein ziemlich geräumiges jedoch kurzes Gefäß fort (Fig. 3 v. l), das die Herzwand quer durchschneidet und das an seinem Ende eine aus zwei Teilen

bestehende Klappe besitzt. An einer Serie von Schnitten, die der Sagittalebene parallel gerichtet sind, sieht man das erwähnte Gefäß zuerst knapp an der Grenze des subkostalen Sackes und dann an weiteren Schnitten dem Herzen immer näher. Schließlich wird dessen Lichtung durch zwei Falten, die unmittelbar in die Herzhöhle

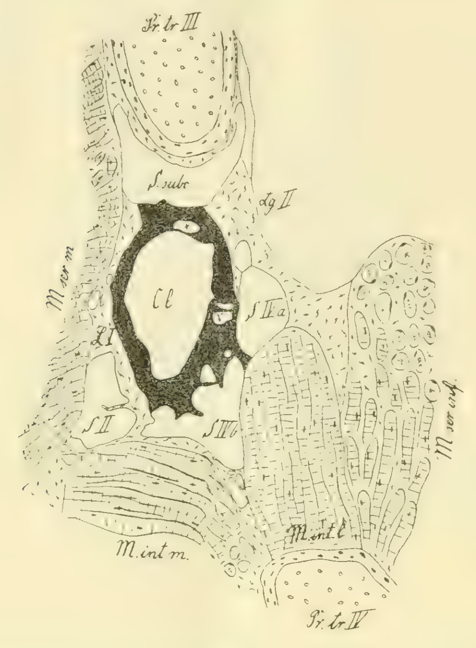



Fig. 3.

**Schnitt derselben Serie wie die zwei vorigen Figuren weiter medialwärts.**
*Pr. c.* — Processus cordis.
*V.* — valvula.
**Die Klappen, welche an der Mündung der Lymphsinus in das Lymphherz liegen, werden mit** $V_I$, $V_{III}$, $V_V$, $V_{VI}$, **bezeichnet.** × **Mündung des Sinus subcostalis in das Herz. Die übrigen Bezeichnungen bleiben dieselben wie in Fig. 1.**

herabhängen, geteilt. Durch die zweite sehr große Klappe passiert die Lymphe aus demjenigen Teile des subkostalen Raumes, welcher zwischen der Rippe und dem *Musculus serratus medius* liegt. Wenn das Lymphherz die oben erwähnte Ausstülpung besitzt, liegt die Klappe gerade an der Übergangsstelle der Ausstülpung in das Herz.

Die dritte, den subkostalen Sack mit dem Herzen verbindende Klappe liegt medial. Sie führt eigentlich aus einem kleinen Lymph-

divertikel, welcher von dem oben erwähnten dritten Ligamente begrenzt wird.

Der vierte Teil des perikardialen Sinus (Textfiguren S. IV) liegt unmittelbar unterhalb der ventralen Wand des *Sinus subscapularis* (lg. II) und trennt diesen Sinus vom Herzen und dem *Musculus intertransversarius lateralis.* Dieser ist nicht ganz einheitlich. Ein Divertikel dieses vierten Teiles des perikardialen Sinus (Fig. 2, S. IV. a) verbindet sich lateral mit dem subkostalen Sacke. Medial wird er von ihm durch eine aus Bindegewebe gebildete Zwischenwand abgeteilt. Im allgemeinen sieht man diesen Teil des perikardialen Sinus lateral sich dem Sinus subkostalis nähern. Gegen die Medianebene hin umgibt er von hinten das Herz (Fig. 2 S. IV 8.), liegt also zwischen dem *Musculus intertransversarius lateralis* und *medialis* und zerfällt in mehrere kleinere Abteilungen, von denen die dem Herzen am nächsten liegende ganz separat ins Herz mündet.

Dieser Lymphraum hat sechs Mündungen, welche alle mit Klappen versehen sind. Sein am weitesten nach vorne reichender Abschnitt, welcher zugleich der kleinste und schmalste ist, mündet ins Herz als ein verengter Kanal. Derselbe durchsetzt die Herzwand und verlängert sich in eine Klappe. Hinter dieser liegt die zweite Klappe. Zwei andere leiten die Lymphe aus der hinter dem Herzen gelegenen Abteilung ab, die fünfte (Fig. 4 v. 5) aus dem zwischen den Muskeln sich ausbreitenden Divertikel und die sechste (Fig. 6, v. 6.) aus einer dem Herzen unmittelbar anliegenden Abteilung.

An der Seite der Wirbelsäule berührt das Herz nicht unmittelbar die Muskeln. Es ist von ihnen durch einen großen Lymphraum abgesondert. Dieser letztere ist dicht am Herzen in zwei Abschnitte geteilt, von denen jeder eine gesonderte mit einer Klappe versehene Mündung besitzt. Er steht mit anderen Räumen durch den subkostalen Sack in Verbindung und bildet demgemäß nur einen Teil des Lymphsinus, der das Herz umgibt.

Durch diesen Raum führt auch die *Vena vertebralis,* in welche das Lymphherz mündet.

Im allgemeinen beträgt also die Zahl der ins Lymphherz hineinragenden Klappen dreizehn. Sie befinden sich sämtlich an der Mündung der Lymphräume und nicht an der Mündung der Lymphgefäße. Zwar war oben von Lymphkanälen oder Lymphgefäßen die Rede, doch stellen diese nur eine Veren-

gerung der Lymphräume dar, wie man dies bei der Durchsicht der Serienschnite leicht feststellen kann.

Soweit ich mich überzeugt habe, verlaufen die Lymphgefäße

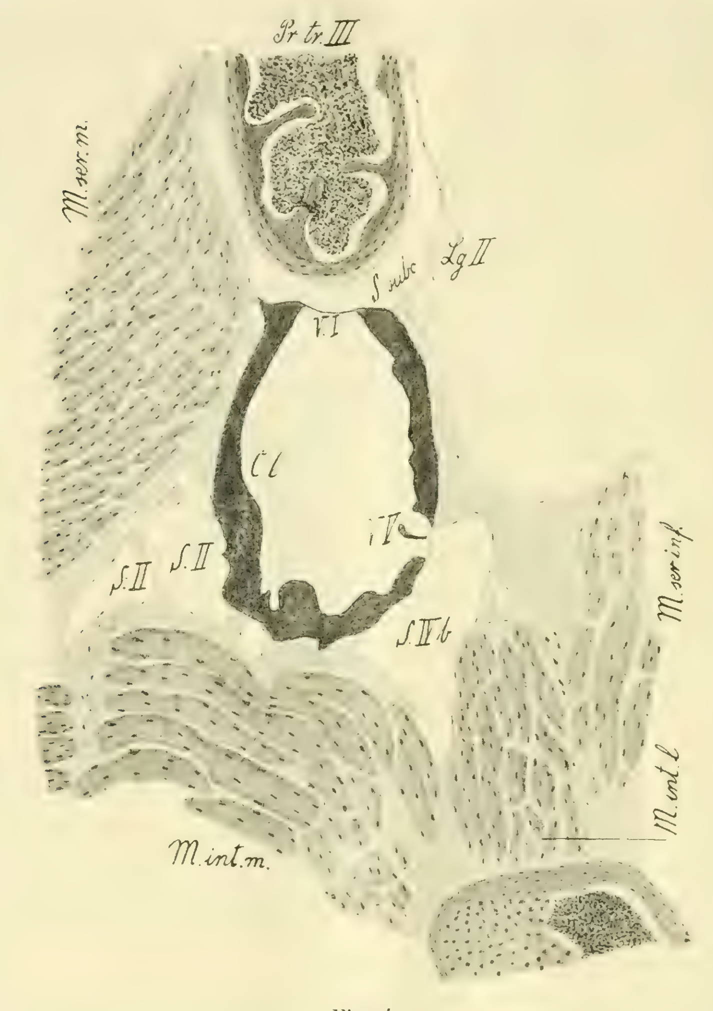



Fig. 4.

**Ein weiterer Schnitt derselben Serie, wie Fig. 3. Bezeichnung wie in der Fig. 1.**

nicht direkt zum Herzen und münden nicht unmittelbar in dieses ein, sondern in den perikardialen Lymphsinus, durch dessen Ver-

mittelung die Lymphe dann in das Herz gelangt. Der perikardiale Lymphsinus würde also gewissermaßen einen Vorhof für das Lymphherz darstellen.

Alle Klappen sind morphologisch und histologisch nach einem Typus gebaut. Die Herzwand verschmälert sich an ihrem Ansatze zu zwei dünnen Blättchen, welche gegen das Innere des Herzens

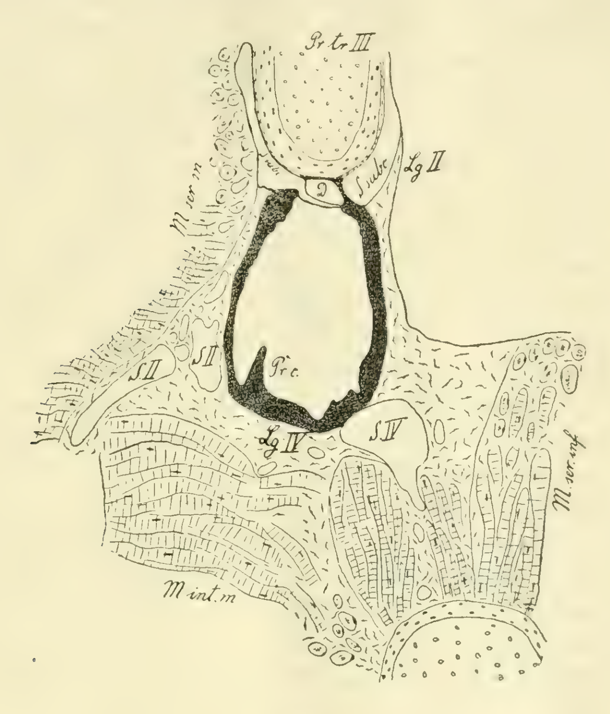



Fig. 5.

Ein weiterer Schnitt derselben Serie, wie Fig. 1—4.
*D* — Diverticulum cordis.
Die übrige Bezeichnung wie in den vorigen Figuren.

konvergieren und weiterhin parallel verlaufend meist ziemlich weit in die Herzhöhle hineinragen. Solche Bilder erhält man bei Längsschnitten durch die Klappen. An Querschnitten stellen sie sich als zwei parallele Streifen dar, welche einen feineren Spalt umgrenzen. Bei der Durchsicht der Schnitte erhält man den Eindruck, als wenn der das Lymphherz umgebende Lymphsinus stellenweise in das Herz hineinwüchse und daselbst mit einer spaltförmigen Öffnung

ausmündete. Während die Klappen an ihrem Ansatze an die Herzwand sehr dünn sind, verdicken sie sich gegen ihr Ende hin. Bei Anwendung von stärkeren Vergrößerungen sieht man an den Enden der Klappen eine große Menge von Kernen angehäuft, welche Bindegewebszellen und glatten Muskelfasern, vorwiegend aber Endothelzellen angehören. Die einzelnen Blätter der Klappen sind aus Bindegewebe, aus längs und quer verlaufenden glatten Muskelfasern gebildet. Die beiden Oberflächen sind vom Endothel bedeckt. Da die Herzwand im Bereiche der Klappen dünn ist, so kann es leicht vorkommen, daß die Klappe an ihrem Ansatze abreißt. Wir erhalten dann Präparate, an denen man nur diese Verdünnung der Herzwand, welche dem Ansatzteil der Klappe enstpricht, sieht.

Die Klappen, welche sich an den in die Lymphherzen einmündenden Lymphsinus befinden, wurden zuerst von Prof. Hoyer[1]) an den hinteren Lymphherzen beschrieben. Von früheren Autoren war nur die Vermutung ausgesprochen worden, daß Klappen vorhanden seien. So schreibt Milne Edwards[2]) bei der Besprechung der Mündungen der Lymphgefäße ins Herz: „mais les embouchures des ces caneaux paraissent être garnies de replis valvulaires de façon à empêcher tout reflux". Ähnliche Vermutungen spricht auch Hoffman[3]) aus. Andere Autoren, wie Ranvier[4]), Wieliky[5]), Oehl[6]) sprechen nur von s. g. Lymphporen. Ranvier gibt folgende Beschreibung derselben: „An gewissen Stellen sind Öffnungen vorhanden, einfach oder siebartig, auf deren Randseite das Endothel umbiegt, um sich in Kanäle fortzusetzen, welche meistens schief in der Wand der Lymphherzen eingegraben sind. Es sind dies Öffnungen für den Durchtritt der Lymphe, die wir als Lymphporen bezeichnen werden". Daß Ranvier, dessen Beschreibung des hi-

[1]) H. Hoyer (iun.). Von den Lymphherzen des Frosches. Krakau 1905. Verh. der Akad. d. Wissenschaften.

[2]) Milne Edwards: Leçons sur la physiologie. T. 4. Paris 1859.

[3]) Bronns: Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Amphibia. Leipzig und Heidelberg 1873—1878

[4]) Ranvier: Technisches Lehrbuch der Histologie. Leipzig 1888. Verlag von Vogel

[5]) Wieliky W.: Weitere Untersuchungen über die Lymphherzen und Lymphgefäße einiger Amphibien. Supplem. zum 59. Bande der Denkschriften d. k. Akad. d. Wiss. Petersburg 1888 (russisch.) Ausführliches Referat darüber in Hoffmann-Schwalbes Jahresbericht 1889 S. 235—238

[6]) Oehl: Sui cuori lymphatici della Rana temporaria. Milano 1892.

stologischen Baues des Herzens vollkommen getreu ist, die Klappen nicht bemerkt hat, ist wohl darauf zurückzuführen, daß er die zu untersuchenden Lymphherzen zuvor mit Leim füllte, um sie im Zustande der Dilatation zu erhalten. Es ist also ganz natürlich, daß



Fig. 6.

Medialster Schnitt derselben Serle.
*V. v.* — Valvula venae,
an der Mündung des Herzens in die Vena vertebralis — *V. vert.*
Die übrige Bezeichnung wie in den Figuren 1—5.

er bei der Entfernung des Leimes so zarte Gebilde, wie die Klappen mitentfernen mußte.

Nach Wieliky sind die Lymphporen trichterförmige Öffnungen in der Herzwand, die sich beim Zusammenziehen des Herzens verschließen und deshalb wie Klapen wirken. Durch diese „Poren" münden die Lymphgefäße ins Herz.

Den Angaben von Ranvier ist warscheinlich auch Vogt und

Young[1]) gefolgt, welche bei Beschreibung der Lymphherzen der Frösche die Klappen ebenfalls nicht erwähnen. Das vordere Lymphherz mündet unmittelbar in die *Vena vertebralis*. Diese Mündung

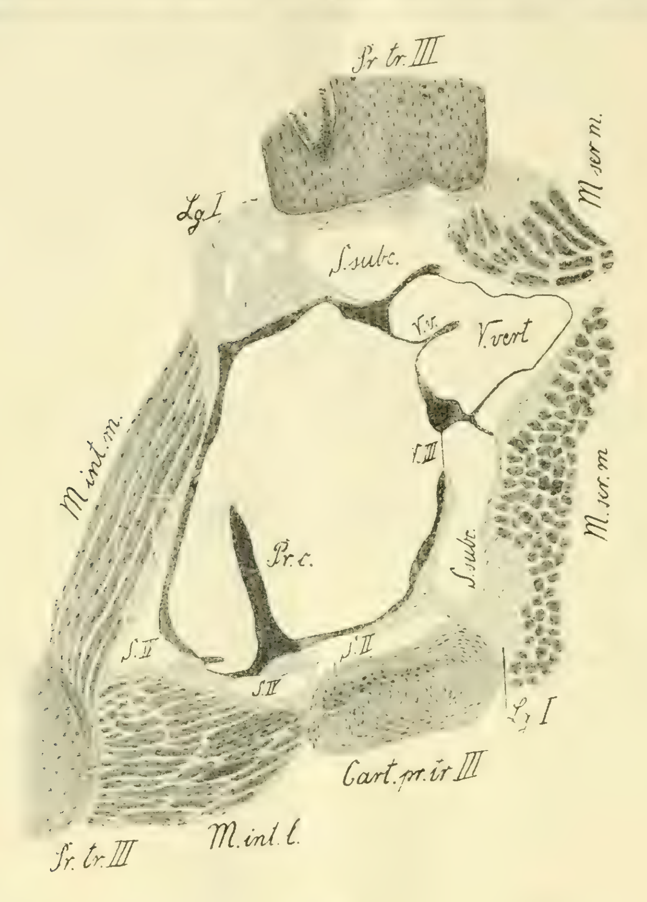


Fig. 7.

Ein frontaler Schnitt durch das linke Lymphherz.
*Cart. pr. tr. III.* — Cartilago processus transversi tertii.
Die übrigen Bezeichnungen wie in den Figuren der Sagittalschnitte.

(Fig. 6 u. 7) befindet sich an der vorderen (kranialen) Seite des Herzens etwas medial. Die *Vena vertebralis* verläuft lateral zu dem Lymphherzen der Wirbelsäule parallel, in der Höhe des vierten

[1]) Vogt u. Young: Traité d'anatomie comparée. Paris 1894.

Wirbels nähert sie sich plötzlich der Mittellinie, verläuft dann über dem Lymphherzen und bildet bei dessen Mündung ein kleines Knie. Von hier nimmt sie ihren Lauf fast in gerader Linie dorsal zum Querfortsatz des dritten Wirbels nach vorne, d. h. an seiner Rükkenseite und zwischen den die *Scapula* mit *Humerus* und dem *Sternum* verbindenden Muskeln. Endlich geht sie in die *Vena iugularis* externa über.

Diese Mündung des Herzens in die Vene ist ebenfalls durch eine Klappe (Fig. 6 und 7 v. c) geschlossen, die in die Lichtung der Vene hineinragt. Sie gehört zum Typus der halbmondförmigen Klappen und besteht aus zwei Falten. Die Vene hat am Ansatz der Klappe einen Durchmesser von 0·5 mm, d. h. sie ist dreimal breiter als die Mündung des Lymphsinus, deshalb ist die Klappe weit länger als die des Lymphsinus. Das Herz mündet in die Vene nicht rechtwinklig ein, sondern indem es einen spitzen Winkel bildet, an der Stelle, wo die Vene ein Knie über dem Herzen bildet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß eben diese schräge Stellung der Klappe die Überführung der Lymphe aus dem Herzen in die Vene erleichtert und das Eindringen des Blutes in das Lymphherz noch mehr erschwert. Was den histologischen Bau der Klappe anbetrifft, so verhält sich diese ähnlich wie die an der Mündung der Lymphräume liegenden Klappen. Oberhalb dieser Klappe befinden sich in der Vene selbst noch mehrere kleinere Klappen, welche von den Seitenwänden der Vene schräg in die Lichtung derselben hineinragen. Sie befinden sich an der Mündung der kleineren in die *Vena vertebralis* einmündenden Venen. Das Vorhandensein der Klappe an der Mündung des Herzens in die Vene ist bereits von Panizza im J. 1833 beschrieben worden. Dieser Gelehrte vergleicht sie mit jenen Klappen, die an Stellen liegen, wo die Venen in die *Vena cava* münden. Wieliky[1]) sah dort nur einen „kegelförmigen Körper", der die Funktion einer Klappe ausführt. Er fand sie sowohl bei einem erwachsenen Frosche wie auch bei der Kaulquappe. Andere spätere Autoren geben mehr oder weniger genaue Beschreibungen dieser Klappe.

In seinem histologischen Bau unterscheidet sich das vordere

[1]) Wieliky: Weitere Untersuchungen über die Lymphherzen und Lymphgefäße einiger Amphibien. Jahresberichte f. Anat. und Physiologie. Leipzig 1890. T. XVIII.

Lymphherz gar nicht von den hinteren, die von Prof. Hoyer (iun.) beschrieben worden sind. Seine Wand ist aus quergestreiften Muskelfasern und aus Bindegewebe gebildet. Die Muskelfasern verlaufen in verschiedenen Richtungen und verflechten sich. Die einzelnen Fasern zeichnen sich dadurch aus, daß sie viel Sarkoplasma enthalten und von Bindegewebe umgeben sind. Die ganze Herzhöhle ist mit Endothel ausgekleidet, das dieselbe Form hat, wie das Endothel in den Lymphgefäßen. Es besteht aus großen, flachen Zellen mit wellenförmigen Grenzen und deutlichen Kernen.

Bei der Besprechung der Klappe, welche aus dem unteren Teile des zwischen den Muskeln *serratus internus* und *intertransversarius lateralis* liegenden Sack in das Herz dringt, erwähnte ich einen starken Fortsatz der Herzwand, welcher in die Herzhöhle hineinragt. Er tritt beständig auf und ist gewöhnlich noch stärker entwickelt. als in Fig. 1. Bei zwei untersuchten Fröschen bemerkte ich, daß dieser Fortsatz schräg von der dorsalen zu der ventralen Herzwand reichte und sehr dick war, aber nie eine vollkommene Zwischenwand bildete und nie das Herz seiner ganzen Breite nach in zwei voneinander völlig getrennte Räume teilte. Bei anderen daraufhin untersuchten Fröschen war die Scheidewand weniger ausgebildet. Ganz ähnliche Verhältnisse fand ich bei der Kaulquappe. Auch hier wird die Herzhöhle in zwei Partien geteilt, wovon die kaudale, ähnlich wie bei erwachsem Frosche kleiner ist, jedoch mit der kranialen kommuniziert.

Auf der beigegebenen Figur sehen wir einen Transversalschnitt durch ein Herz mit der Scheidewand, welche im hinteren Teile des Herzens schräg von der ventralen zu der dorsalen Herzwand vom *Musculus intertransversarius lateralis* gegen den *Musculus intertransversarius medialis* verläuft. Diese Scheidewand entspringt aus der Herzwand und bildet nicht, wie man vermuten könnte, eine Dupplikatur derselben, welche durch Einfaltung der Wand ins Innere der Herzhöhle entstanden wäre. Auf Längsschnitten durch die Scheidewand ist keine Spur einer Faltung sichtbar, vielmehr sieht man die Muskelfasern der Herzwand direkt in die Scheidewand übergehen.

Welche Bedeutung dieser unvollkommenen Scheidewand zukommt, ist vorderhand nicht zu entscheiden. Möglicherweise wurden eingehende entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen darüber näheren Aufschluß geben.

Betrachtet man die Höhlung des vorderen Lymphherzens als einheitlichen Raum, so beträgt der Rauminhalt nach meiner Berechnung ungefährt 0·5 cbmm. Da sich nun das Herz 60—70 mal in der Minute zusammenzieht, so würden durch ein Herz in einer Minute etwa 30 cbmm und in einer Stunde 180 cbmm Lymphe hindurchgetrieben werden. Ein mindestens ebenso bedeutendes Quantum Lymphe muß nun, wenn das Lymphherz regelmäßig funktionieren soll, dem perikardialen Lymphsinus zuströmen.

Um mich davon zu überzeugen, welche Lymphräume als Zuflußgebiete der Lymphe zum perikardialen Sinus am meisten in Betracht kommen, habe ich mit gefärbter Gelatinmasse den *Sinus subscapularis* injiziert, weil derselbe in der nächsten Nähe des Herzens liegt und vom denselben nur durch ein dünnes Häutchen getrennt ist. Es ergab sich, daß die eingespritzte Gelatinmasse nicht nur den *Sinus subscapularis*, sondern auch andere mit ihm verbundene Lymphräume gefüllt hatte, wie den *Sinus basilaris* und *pectoralis, saccus subvertebralis, lateralis* und auch in den Herzbeutel, unter die Brustmuskel und einmal sogar in die *Sinus interfemorales* eindrang. Nur der *saccus brachialis,* welcher nach Ecker mit dem *Sinus subscapularis* verbunden sein soll, hatte sich nicht gefüllt. In die vorderen Lymphherzen war die Masse nicht mehr eingedrungen, wohl aber in den perikardialen Sinus. Bei weiteren Versuchen wandte ich wässerige Injektionsmassen an. Wurden dieselben in geringer Menge in den Sinus subscapularis eingeführt, so ließen sie sich im Herzen selbst nachweisen. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß der *Sinus subscapularis* einerseits mit dem Lymphherzen der entsprechenden Körperhälfte und andrerseits mit verschiedenen Lymphsäcken des Körpers in enger Verbinduug steht. Demnach wären die *Sinus subscapulares* als ein sehr wichtiges Zuflußgebiet der Lymphe zu den vorderen Lymphherzen zu betrachten.

Das vordere Lymphherz des Frosches sammelt, was übrigens mit der bisherigen Behauptung übereinstimmt, die Lymphe aus dem ganzen vorderen Teil des Körpers und teilweise auch aus der Bauchhöhle. Da die Injektionsflüssigkeit vom *Sinus subscapularis* sogar in den *saccus interfemoralis* eingedrungen war, welcher infolge seiner Lage zum System der hinteren Herzen zu rechnen ist, so kann man annehmen, daß zwischen den Lymphräumen, die in die vorderen Herzen münden, und den in die hinteren einmündenden Lymphräumen keine scharfen Grenzen vorhanden sind.

Diese Arbeit habe ich in dem Institut für vergleichende Anatomie der Jagellonischen Universität unter der Leitung des Prof. H. Hoyer (iun.) ausgeführt. Für seine Unterstützung spreche ich ihm an dieser Stelle meinen tiefsten Dank aus.

Aus dem Institut für vergl. Anatomie zu Krakau.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków. 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

27 Kwietnia 1906.

# PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873 — 1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II — XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III — XIII, XV — XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. – Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. – Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI. XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes, — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III — VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

---

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej«, *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

---

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

Nº 4. AVRIL 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
## DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER
## DER
# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
## IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITE
1906.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

## EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4) L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

**N° 4. Avril 1906.**



## Séance du lundi 2 Avril 1906.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

18. M. T. BROWICZ m. t. **Topografia dróg żółciowych śródzrazikowych w wątrobie ludzkiej.** ***(Topographie der intraazinösen Gallenwege in der menschlichen Leber).*** (*Topographie des voies biliaires dans le lobule du foie de l'homme*). Mémoire présenté à la séance du 8 Janvier 1906. (Planche VIII, IX.).

In seinen Publikationen: „Bau der interzellulären Gallengänge und ihr Verhältnis zu den Blutkapillaren" und „Haben die interzellulären Gallengänge eigene Wandungen?" (Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Janvier et Novembre 1900) hat der Verfasser dargetan, daß „an bestimmten Stellen und in bestimmten Richtungen die interzellulären Gallenkapillaren die Blutkapillaren dicht berühren, bis an dieselben reichen, ja selbst längs der Wand der Blutkapillaren hinziehen, daß „zwischen einem Teile der interzellulären Gallengänge und den Blutkapillaren ein inniger Kontakt stattfindet".

Diese seine Behauptung basierte der Verfasser auf Untersuchungen pathologisch veränderter, ikterischer Lebern, auf Grund sehr einfach hergestellter Präparate, welche aus in 2% Formalin ge-

härteten Leberstückchen mittels Gefriermikrotom angefertigt und mittels Hämatoxylin und Eosin oder nach der Methode van Giesons gefärbt waren.

Diese seine Behauptung widerspricht der allgemein noch jetzt herrschenden Anschauung, daß in der Leber die Gallenkapillaren nie mit den Blutkapillaren in Berührung kommen, daß sie also dieselben weder kreuzen, noch zwischen Blutkapillaren und Leberzellen verlaufen. Die Untersuchungen des Verfassers bestätigten eine ältere nicht anerkannte Anschauung von Mac Gillavry, daß die beiden Kapillarnetze d. i. Blut und Gallenkapillarnetz sich durcheinander fortsetzen und es dem Zufall überlassen bleibt, ob die Röhren beider Systeme sich berühren, umstricken oder unabhängig voneinander verlaufen.

Dieselbe Anschauung vertritt der Verfasser in seiner Abhandlung: „Meine Ansichten über den Bau der Leberzelle" (Virchows Archiv. Bd. 168, 1902).

Stöhr sagt in seinem Lehrbuch der Histologie: „Ob dies ausnahmslose Regel ist (scl. daß die interzellulären Gallengänge sich mit den Blutkapillaren nirgends berühren) erscheint mir neuerdings zweifelhaft: ich habe an sehr feinen injizierten Schnitten der Kaninchenleber an einzelnen Stellen Gallenkapillaren dicht neben Blutkapillaren gesehen". Derlei Bilder, welche dafür sprechen, daß die interzellulären Gallenkapillaren in gewissen Richtungen die Blutkapillaren dicht berühren, ja selbst längs derselben hinziehen, fand der Verfasser in Präparaten von ikterischen menschlichen Lebern als auch in Leberpräparaten von Hunden, bei welchen mittels Toluylendiamin experimentell Ikterus hervorgerufen wurde [1]).

Bei der Untersuchung von Präparaten aus ikterischen menschlichen Lebern, Präparaten, welche mit Hämatoxylin und Eosin oder nach van Giesons Methode gefärbt waren, konstatierte der Ver-

[1]) Auf der der Publikation über den Bau der interzellulären Gallengänge und ihr Verhältnis zu den Blutkapillaren beigefügten Tafel gab der Verfasser in den Fig. 12 und 13 ein grobschematisches Bild des gegenseitigen Verhältnisses zwischen den Leberzellen, den interzellulären und intratrabekulären Gallengängen und den Blutkapillaren, welches natürlich nur einer bestimmten Schnittrichtung entsprechen sollte. Fig. 12 entspricht nicht der Wirklichkeit, auch nicht als grobschematisches Bild, deshalb muß sie gestrichen werden. Fig. 13 dagegen entspricht in grobschematischen Zügen der Wirklichkeit und kann zur Aufklärung des gegenseitigen Verhältnisses beider Netzsysteme d. i. der Blut und Gallenkapillaren verwendet werden.

fasser ferner, daß die interzellulären Gallenkapillaren nicht regelmäßig verlaufen und nicht regelmäßig verteilt sind, daß ihr Netz nicht überall so regelmäßige Maschen bildet, wie es allgemein dargestellt wird. Ihr Verlauf ist höchst unregelmäßig und ihr Netz läßt sich in kein stereometrisches Schema hineinzwängen. Es ist fast unmöglich durch Zeichnung die verwickelten gegenseitigen Verhältnisse darzustellen, welche das Netz der interzellulären Gallenkapillaren in der Wirklichkeit darbietet.

Im Jahre 1902 gaben Eppinger (Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der menschlichen Gallenkapillaren. Zieglers Beiträge zur pathol. Anatomie und allg. Pathologie, Bd. 31) sowie Ciechanowski (Weigerts Markscheidenmethode als Gallenkapillarenfärbung, Przegląd lekarski und Anat. Anzeiger 1902) Methoden der Färbung interzellulärer Gallenkapillaren an. Bei Anwendung dieser Methoden kommen die interzellulären Gallenkapillaren so genau und deutlich zum Vorschein, daß selbst ein ungeübtes Auge sie deutlich sieht. Mittels dieser Methoden gewinnt man ein genaues Bild des gegenseitigen Verhältnisses der Gallenkapillaren zu den Leberzellen, zu den intrazellulären Gallenkapillaren sowie zu den Blutkapillaren.

In gut gefärbten, gelungenen Präparaten erscheinen bei Anwendung der Eppingerschen Methode die Kerne der Leberzellen, die Erythrocyten sowie die Wandungen der Gallenkapillaren schwarzblau, fast schwarz, das Parenchym der Leberzellen gelblich, das Bindegewebe gelb bis bräunlichgelb.

Das Leberläppchen ist ein polyedrisches Klümpchen, das aus Leberzellen zusammengesetzt ist. Es steht nicht nur mit den angrenzenden Läppchen in Berührung, sondern es hängt auch da und dort durch Leberzellreihenbrücken mit den benachbarten Läppchen zusammen, so daß infolgedessen eine Abgrenzung von Einzelläppchen nicht gegeben erscheint.

In einer Achse des Klümpchens verläuft die zentrale Vene als Anfangsteil der Lebervene. Das Klümpchen ist von einem doppelten Kanalnetz d. i. einem Blut- und Gallenkapillarennetz durchzogen, welches einerseits mit den interlobulären Verzweigungen der Pfortader, teilweise auch der Leberarterie, andererseits mit der zentralen Vene zusammenhängt, während das interzelluläre Gallenkapillarennetz mit den intrazellulären sowie interlobulären Gallenwegen unmittelbar zusammenhängt.

Beide Netze sind ineinander verflochten. In den Maschen des Blut- wie auch die Gallenkapillarennetzes liegen die Leberzellen, welche, den Durchmessern der Maschen in der gegebenen mikroskopischen Ebene entsprechend, in ein- sowie in zweireihige Züge als auch mehrreihige Gruppen geordnet erscheinen. Die Maschen des Blutkapillarennetzes erscheinen länglich oder oval.

Von Leberzelltrabekeln oder -blättern kann eigentlich nicht die Rede sein. Im Leberzellläppchen findet sich eigentlich ein sehr dichtes Geflecht von Zügen und Gruppen von Leberzellen, welche Züge und Gruppen verschiedener Länge und Größe ein äußerst verschiedenartiges Geflecht bilden. Innerhalb dieses Geflechtes von Leberzellzügen und -gruppen sowie von Blutkapillaren ist noch ein Geflecht von interzellulären Gallenkapillaren eingeflochten.

Auf Grund seiner früheren und der jetzigen Untersuchungen kann der Verfasser die Existenz perivaskulärer Lymphräume, welche innerhalb des Leberläppchens laut allgemeiner Meinung existieren sollen, nicht anerkennen. Die oft sichtbaren Spalten zwischen dem vasalen Rand der Leberzellreihen und Blutkapillarwandungen entstehen infolge der Ablösung der Blutkapillarwandungen von den Leberzellen, welche, wie der Verfasser in seinen früheren Publikationen mehrmals hervorgehoben hat, einander dicht anliegen, und zwischen welchen ein inniger Zusammenhang besteht. Schon der eine Umstand spricht gegen die Existenz perivaskulärer Lymphräume oder -spalten, daß in Fällen von akutem als auch chronischem Leberikterus keine Gallenablagerungen zwischen dem vasalen Rande der Leberzellreihen und Blutkapillaren zu sehen sind, und Ablagerungen müßten ja daselbst angetroffen werden, wenn solche perivaskulären Lymphräume oder -spalten existieren würden, umsomehr da Gallenablagerungen sowohl in akuten als auch in chronischen Fällen des Leberikterus in den Blutkapillaren angetroffen werden.

Wenn man sein Augenmerk in Präparaten sowohl von normalen als auch pathologisch veränderten Lebern auf die Leberzellen richtet, so gewahrt man, was der Verfasser bereits in seiner Publikation über den Bau der interzellulären Gallengänge und ihr Verhältnis zu den Blutkapillaren (1900) angeführt hat, daß in ungefärbten Präparaten die Leberzellgrenzen an einigen Stellen und Partieen des Präparates nicht zu sehen sind und ein gleichsam syncytiales Gefüge zu bestehen scheint, was, wie bekannt, nicht existiert, da die Leberzellen selbständige Einzelzellen sind. An

anderen Stellen des Präparates sieht man zwischen den Leberzellen teils quer zur Achse der Leberzellreihen, teils längs derselben als auch rings um die Zellen dunkle Linien, welche die Zellgrenzen andeuten.

An Präparaten, welche mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt sind, erscheinen an manchen Stellen diese Linien tiefer rot gefärbt als das Cytoplasma der Leberzellen, es kommt gleichsam das sogenannte Ektoplasma zum Vorschein. An anderen Stellen sind diese tiefer rot gefärbten Linien nicht zu sehen. Manchmal erscheinen diese Linien mit Hämatoxylin gefärbt.

In Präparaten von pathologisch veränderten Lebern gewahrt man oft isolierte Leberzellen, welche ohne Anwendung irgend einer Isolierungsmethode aus dem organischen Verbande der Zellen abgelöst sind. Derlei Isolierung der Leberzellen kommt im Laufe des Krankheitsprozesses infolge der Einwirkung schädlicher Einflüsse auf das Gewebe zu stande, welchen Zustand der Verfasser als Dissoziation der Leberläppchen bezeichnet hat (Virchows Archiv. Bd. 148, 1897). Man sieht dann, daß das Parenchym vieler Leberzellen bis an den äußersten Rand der Zelle gleichmäßig gefärbt ist; an den Leberzellen gewahrt man keinen dünkleren Saum, das sogenannte Ektoplasma. Bei Anwendung der Färbemethode van Giesons, mit welcher eine dreifache Färbung erzielt wird, sieht man besonders an Präparaten von pathologisch veränderten Lebern, in welchen das schädliche Agens nicht nur auf die Leberzellen, sondern auch auf alle Bestandteile des Gewebes eingewirkt hat und verschiedene Veränderungen je nach der physiologischen Eigenschaft der Gewebsbestandteile hervorruft, daß, wie gewöhnlich, die Kerne der Leberzellen blau, das Cytoplasma der letzteren gelb, dagegen die an ungefärbten Präparaten dunkel erscheinenden Linien, gleichsam die Zellgrenzen, dort, wo derlei Linien existieren, an mit Eosin unterfärbten Präparaten tiefer rot als das Cytoplasma gefärbte Linien, an den dreifach mit van Giesons Methode gefärbten Präparaten fuchsinrot gefärbt erscheinen. Sie erscheinen ebenso fuchsinfarbig wie die Wände der Blutkapillaren und des Bindegewebes.

Dies deutet darauf hin, daß ein sogenanntes Ektoplasma nicht existiert. Die an verschiedenen Stellen sichtbaren Linien sind also Gebilde eigener Art, von der Leberzelle gesonderte Gebilde. Ranvier (Journal de micrographie, Bd. 9) nimmt die Existenz einer interzellulären Kittsubstanz zwischen den Leberzellen an. Renaut

(Traité d'histologie pratique Bd. 2. p. 1446) beschreibt diese Kittsubstanz als eine dünne Lamelle mit doppeltem Umriß, welche aus einer homogenen oder feinkörnigen, stark lichtbrechenden mit Hämatoxylin färbbaren Substanz bestehen und die Leberzellen miteinander verbinden soll.

Die oben erwähnten interzellulären Linien, welche bei Anwendung der Methode van Giesons fuchsinfarbig erscheinen und sich durch ihre Färbbarkeit von dem Parenchym der Leberzellen so evident unterscheiden, entsprechen der von Ranvier und Renaut angenommenen Kittsubstanz. In Präparaten, welche mittels der oben erwähnten Methoden von Eppinger oder Ciechanowski gefärbt sind, gewahrt man sowohl an normalen als auch an pathologisch veränderten menschlichen Lebern dergleichen Bilder. Diese Linien, welche an derlei Präparaten dunkelblau gefärbt erscheinen und den interzellulären Gallenkapillaren entsprechen, erscheinen nur an denjenigen Rändern der Leberzellen, wo interzelluläre Gallenkapillaren existieren, fehlen dagegen an den übrigen Rändern. Isolierte Leberzellen erscheinen bis an den äußersten Rand gleichmäßig grau oder gelblich gefärbt. Also auch mittels dieser Färbemethoden läßt sich kein Ektoplasma nachweisen.

An manchen isolierten Leberzellen, was, wie oben erwähnt worden ist, in pathologischen Zuständen ohne Anwendung irgend einer Isolierungsmethode oft vorkommt, sieht man in Präparaten, welche mittels der Eppingerschen Methode gefärbt sind, einen dunkelblauen Saum an demjenigen Rande der Leberzelle, welchem die Gallenkapillare anlag; dagegen fehlt ein solcher Saum an dem übrigen Umfange der Leberzelle.

In seinen früheren Publikationen (Haben die interzellulären Gallengänge eigene Wandungen? Wie und in welcher Form gelangt Hämoglobin in die Leberzelle? Bulletin de l'académie des Sciences de Cracovie 1900 und 1897) hat der Verfasser die Behauptung ausgesprochen, daß zwischen den Blut- sowie Gallenkapillarwandungen und den Leberzellen ein inniger Zusammenhang besteht. Dieser innige Zusammenhang zwischen den Leberzellen und den Wandungen der Blutkapillaren sowie interzellulären Gallengängen ist also der Grund, daß an manchen Leberzellen ein randständiger Saum des gleichsam verdichteten Leberzellparenchyms, das sogenannte Ektoplasma, zum Vorschein kommt, welches nichts

anderes ist als abgerissene Teile der Wandung der Blut- oder Gallenkapillaren.

Diese Einzelheiten bezüglich des sogenannten Ektoplasmas führt Verfasser ausführlicher an mit Rücksicht auf die Wandungen der interzellulären Gallenkapillaren. Es erhellt daraus, daß die Bilder, welche mittels verschiedener Färbemethoden erzielt wurden, miteinander übereinstimmen und daß die Behauptungen des Verfassers, welche er auf Grund der Untersuchung pathologischer Objekte und auf Grund auf die einfachste Art hergestellter Präparate in seinen früheren Publikationen ausgesprochen hat, richtig sind und dem tatsächlichen Bestand entsprechen.

Auf Bilder, die mittels gewöhnlicher, sehr einfacher Färbemethoden gewonnen und die pathologischen Objekten entnommen waren, stützte ferner der Verfasser die Behauptung, daß die interzellulären Gallenkapillaren eigene Wandungen besitzen.

Der Umstand, daß sich die Wandungen der interzellulären Gallenkapillaren bei Anwendung der Methode van Giesons fuchsinrot färben, während das Leberzellparenchym gelb gefärbt erscheint, daß sie sich bei der Hämatoxylineosinfärbung manchmal blau färben, während das Leberzellparenchym rot gefärbt erscheint, daß sie endlich bei der Färbung mittels der Methode von Eppinger oder Ciechanowski schwarzblau, das Leberzellparenchym dagegen gelblich oder grau gefärbt erscheint, beweist, daß die Wandungen der interzellulären Gallenkapillaren selbständige Gebilde sind, auch wenn man sie als ein Produkt der Leberzellen ansieht.

In Präparaten, welche nach der Methode von Eppinger oder Ciechanowski behandelt waren, fand der Verfasser volle Bestätigung seiner früheren Behauptungen. Diese Methoden stellen ideal, wie keine anderen, die interzellulären Gallenkapillaren dar, so daß diese selbst für ein ungeübtes Auge klar vorliegen.

An Teilen der Präparate, wenn infolge des Andrückens des Deckgläschens die Leberzellen auseindergehen und artifizielle Spalten innerhalb des Präparates oder an dessen Rändern entstehen, gewahrt man deutliche, von den Leberzellen abgetrennte Gallenkapillaren, die unverkennbar röhrchenförmig gestaltet erscheinen. An den Rändern isolierter Leberzellen sieht man nirgends jene stets beschriebenen rinnenförmigen Aushöhlungen, Halbrinnen, welche mit den Halbrinnen angrenzender Leberzellen die interzellulären Gallenkapillaren bilden sollen. Derlei rinnenförmige Aushöhlun-

gen sieht man manchmal an den Rändern der Leberzellen, wenn die interzellulären Gallenkanälchen erweitert und mit Galle, die intraazinösen Blutkapillaren stark mit Blut überfüllt sind. Derartige Eindrücke sind in Wirklichkeit keine ständigen Gebilde. Solche Eindrücke, Halbrinnen sind an den Leberzellen, wenn die interzellulären Gallenkanälchen oder die intraazinösen Blutkapillaren leer und zusammengefallen sind, nicht zu sehen. Die Leberzellen bieten dann ziemlich reguläre, den Maschen des intraazinösen, ineinander verflochtenen, selbständigen Gallen- und Blutgefäßsystems angepaßte Form dar.

Daß derlei rinnenförmige Aushöhlungen, Halbrinnen, welche mit den angrenzenden Halbrinnen ein Gallenkanälchen bilden sollen, nach der Anschauung, welche gang und gäbe ist, an den Rändern oder eigentlich an den Seitenflächen der Leberzellen in Wirklichkeit nicht existieren und nicht die Wandungen der interzellulären Gallenkapillaren bilden können, beweisen die Fig. 9, 16, 18, 20, wo, wie auf der Fig. 9, zwei bogenförmige interzelluläre Gallenkanälchen einander unmittelbar berühren oder wie auf Fig. 16 ein hammerförmiger Abschnitt eines Gallenkanälchens dicht am Rande einer Blutkapillare liegt oder wie auf Fig. 18 eine Strecke weit längs der Blutkapillare verläuft oder endlich wie auf Fig. 20 der Querschnitt eines mehr vertikal verlaufenden Gallenkanälchens hart an der Blutkapillare gelegen erscheint.

Da mittels der genannten Methoden, hauptsächlich mittels der Eppingerschen außer den Kernen der Leberzellen und den Erythrocyten nur die Wandungen der Gallenkapillaren sich schwarzblau färben, so ist es jetzt leicht, die Topographie der intraazinösen Gallengänge zu studieren.

Die Gallenkapillaren erscheinen in derlei Präparaten teils als schwarzblaue Linien (Fig. 2, 3, 4, 5, 8, 14) oder als Röhrchen, wie das an einer Reihe beiliegender Figuren zu sehen ist.

Da die schwarzen Linien unmittelbar mit den offenen röhrenförmigen Gallenkapillaren zusammenhängen und mittels dieser Methode außer den Zellkernen und Erythrocyten nur die Wandungen der inter- sowie intrazellulären Gallenkapillaren sich schwarzblau färben, so stellen diese schwarzblauen Linien, ebenso die mittels van Giesons Methode fuchsinrot sich färbenden, was der Verfasser in seinen früheren vor 5 Jahren erschienenen oben erwähnten Publikationen ausdrücklich betont hat, zusammengefallene Gallenka-

nälchen dar. Man könnte dieses Bild auch auf eine andere Weise erklären, daß gequollene Gallenkapillaren oberflächlich in die Schnittrichtung geraten sind. Diese Bilder stimmen also mit den vom Verfasser früher an pathologischen Objekten vorgefundenen völlig überein.

Die beiliegenden Figuren stammen von Präparaten, die einer normalen menschlichen Leber entnommen sind.

In Fig. 21 erscheinen, wie es Eberth und Krause darstellen, die Wandungen der interzellulären Gallenkapillaren gleichsam als direkte Folge des Kutikularsaumes, welchen man an der Innenfläche der interazinösen Gallenwege findet.

Das mikroskopische Bild, welches man vor Augen hat, hängt natürlich von der Schnittrichtung ab. Die interzellulären Gallenkapillaren liegen ja in verschiedenen Niveaus, in verschiedenen mikroskopischen Ebenen. Teile und Äste der Gallenkapillaren liegen bald tiefer bald höher, so daß sogar einzelne Abschnitte einer und derselben Gallenkapillare bald höher, bald tiefer verlaufen und erst bei entsprechender verschiedener Einstellung man des ganzen Verlaufes gewahr wird. Das mikroskopische Bild erscheint um so verwickelter und mannigfacher, als, was der Verfasser seit dem Jahre 1897 zu wiederholten Malen nachdrücklichst hervorgehoben hat, im Parenchym der Leberzelle Gallenkanälchen existieren, welche unmittelbar mit den interzellulären Gallenkapillaren zusammenhängen.

In seiner in Virchows Archiv (Bd. 168, 1902) erschienenen Publikation unter dem Titel: „Meine Ansichten über den Bau der Leberzelle“ führte der Verfasser aus, was auf der Fig. 5, 6 und besonders 7 der daselbst beigefügten Tafel ersichtlich ist, daß die intrazellulären Gallenkanälchen eigene Wandungen besitzen, welche sich ebenso färben wie die Wandungen der interzellulären Gallenkapillaren. Auf der daselbst dargestellten Figur 7 sieht man entfernt vom Rande der Leberzelle — was als Beweis für die Existenz intrazellulärer Kanälchen entscheidend und beweiskräftig ist — den Querschnitt eines mit Galle gefüllten intrazellulären Kanälchens mit fuchsinroter Wandung.

Mittels der Methode von Eppinger oder Ciechanowski färben sich die Wandungen der intrazellulären Gallenkanälchen distinkt und ihre Existenz sowie ihr unmittelbarer Zusammenhang mit den interzellulären Gallenkapillaren ist aufs deutlichste evident, was auch Eppinger (l. c.) angibt.

Wie diese intrazellulären Gallenkapillaren entstehen, woraus ihre Wandungen bestehen, ob diese von außen in das Innere der Leberzelle eindringen, wie das bezüglich der Kanäle in den Trachealzellen verschiedene Autoren annehmen, oder ob sie, wie es Prenant (La notion cellulaire et les cellules tracheales. Extrait du bulletin des séances de la Société des sciences de Nançy. Communication faite à la Société le 1 Mars 1900) annimmt, nur der Ausdruck einer Art Differenzierung des Cytoplasmas sind, diese Fragen kommen einstweilen nicht in Betracht. Tatsache ist, daß intrazelluläre Kanälchen existieren. unmittelbar mit den interzellulären zusammenhängen, weiter daß sie ebensolche Wandungen besitzen wie die interzellulären.

Ein Blick auf die beigefügte Tafel belehrt, daß die interzellulären Gallenkapillaren keine Regelmäßigkeit in ihrem Verlauf aufweisen. Die Richtung ihres Verlaufes, die Verbindungen ihrer Äste untereinander sind sehr mannigfaltig. Sie bilden ein überaus unregelmäßiges Netz. Die Maschen des interzellulären Gallenkapillarennetzes bestimmen nicht überall die Leberzellgrenzen d. d. sie umgeben nicht überall die Leberzelle gleichsam in einem Meridian, auf ihrem ganzen Umfange, wie es auf der Fig. 2 oder 21 zu sehen ist. An vielen Stellen infolge des äußerst unregelmäßigen Verlaufes und der verschiedenmaschigen Anordnung liegen die interzellulären Gallenkapillaren der Leberzelloberfläche gleichsam in Parallelkreisen von sehr kurzem Durchmesser an wie auf Fig. 3, 4a, 5a, 11a, 13a.

Oben wurde erwähnt, daß die Leberzellen in einer und derselben mikroskopischen Ebene in ein-, zweireihige Züge sowie mehrreihige Gruppen angeordnet erscheinen. In den Maschen des Blutkapillarnetzes, wo einreihige Leberzellzüge in der mikroskopischen Ebene zu sehen sind, verlaufen die interzellulären Gallenkapillaren auf der Oberfläche der Leberzellzüge nicht immer geradlinig, oft neigen sie auf die eine oder die andere Seite, zeigen einen gewundenen Verlauf wie auf Fig. 7 und 8. In zweireihigen Zügen verlaufen sie nach Art eines Drüsenganges, eines sog. intratrabekulären Gallenganges. In Wirklichkeit sind ja die Leberzellen in Lagen, eine über der anderen angeordnet und es kommen deshalb Bilder zum Vorschein wie auf Fig 6, wo Querschnitte von interzellulären Gallenkapillaren zu sehen sind. Es kommen auch Bilder vor, wo den Querschnitt der interzellulären Gallenkapillare 3—4—5 Leberzellen umgeben. Dies sind gleichsam Spuren eines

tubulären Drüsenbaues, wie dies bei manchen niederen Tieren vorkommt.

Dort wo in den Blutkapillarmaschen mehrreihige Gruppen von Leberzellen vorliegen, ist oft des Gallenkapillarernetz mosaikartig angeordnet. Dies trifft nicht immer zu, wie die Eig. 1b beweist.

Der Verfasser hat nie Bilder angetroffen, wo die Leberzelle in zwei Meridianen von Gallenkapillaren umschlossen wäre, wie es z. B. Hering angegeben hat.

Von den hauptsächlich im Bereiche ein oder zweireihiger Leberzellzüge gelegenen Gallenkapillaren zweigen sich Seitenzweige ab, welche in verschiedenen mikroskopischen Ebenen liegen, deshalb nicht überall in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar sind. Manche von ihnen erreichen den Rand der Blutkapillaren, was der Verfasser schon im Jahre 1900 in der obenerwähnten Publikation behauptet hat. Sie sind manchmal an ihrem paravasalen, der Blutkapillare anliegenden Ende hammerförmig gestaltet (Fig. 16), haben zu beiden Seiten kurze Ausläufer, welche nicht der Ausdruck blinder Ausläufer sind, sondern Teile von in anderen mikroskopischen Ebenen liegenden, in die Tiefe verlaufenden Gallenkapillarenzweigen sind.

Die interzellulären Gallenkapillaren verlaufen höchst unregelmäßig, häufig wellenförmig, gewunden und entsenden Ausläufer in das Parenchym der Leberzellen (Fig. 7, 8, 10). Infolge dieses höchst unregelmäßigen Verlaufes der interzellulären Gallenkapillaren sowie der Vielgestaltigkeit der Maschen, welche das Gallenkapillarennetz darbietet, muß es zu einer Berührung der Gallenkapillaren mit den Blutkapillaren kommen, natürlich nur an gewissen Stellen und in gewissen Richtungen, und an manchen Stellen des Präparates sieht man in mehreren Punkten eines und desselben Gesichtsfeldes diese dichte Berührung beider Kapillarzweige, was von der Dichte des Netzes und der Weite seiner Maschen abhängt (Fig. 14, 15, 16, 17, 18, 19). Derlei Bilder finden sich in Präparaten, welche normalen, menschlichen Lebern entnommen sind, wo keine Spur einer Anfüllung der Gallenkapillaren zu finden ist und wo von einer Streckung, Dehnung der interzellulären Gallenkapillaren infolge der Überfüllung mit Galle, wie es Eppinger (l. c.) erklärt, nicht die Rede sein kann.

Die interzellulären Gallenkapillaren erreichen nicht nur in gewissen Richtungen und an gewissen Stellen den Rand der Blutka-

pillaren, sondern verlaufen auch manchmal auf gewissen Strecken längs der Blutkapillaren und kreuzen sich mit diesen (Fig. 18, 19).

Auf Grund eingehender Untersuchungen kann der Verfasser auch nicht der Annahme beistimmen, daß es blinde Ausläufer gibt. Im Gegenteil, in Übereinstimmung mit seiner früheren Behauptung, ist er zu der Ansicht gelangt, daß die interzellulären Gallenkapillaren ein überall geschlossenes Netz bilden und daß nur infolge des verschiedenartigen Verlaufes in verschiedenen mikroskopischen Ebenen an Stellen, wo die Gallenkapillare wie abgeschnitten erscheint, scheinbar blinde Ausläufer zutage treten, welche aber in Wirklichkeit nicht existieren. Auch die intraazinösen Blutkapillaren zeigen anscheinend blinde Ausläufer, obwohl solche doch nicht existieren.

Derlei deutliche, unzweideutige Bilder, welche in nach der Methode von Eppinger behandelten Präparaten von normalen menschlichen Lebern beobachtet werden, bestätigen die Schlüsse, welche der Verfasser Präparaten, welche mittels gewöhnlicher, einfacher Färbemethoden gefärbt waren und von pathologischen, ikterischen menschlichen Lebern stammten, früher entnommen hat.

Dies Verhältnis der interzellulären Gallenkapillaren zu den intraazinösen Blutkapillaren ist überdies deshalb wichtig, weil es die Art und Weise erklärt, wie wie Galle in Fällen von Ikterus in den Blutkreislauf gelangt. Auf diesen Befunden basierte unter anderen der Verfasser seine Theorie über die Entstehung des Ikterus (Pathogenese des Ikterus. Przegląd lekarski und Wiener klin. Wochenschrift, 1900).

---

19. M. T. WIŚNIOWSKI. **O faunie łupków spaskich i wieku piaskowca bryłowego.** ***(Über die Fauna der Spasser Schiefer und das Alter des massigen Sandsteins in den Ostkarpaten Galiziens).*** (*Sur la faune des schistes de Spas et sur l'âge des grès massifs dans les Carpathes de la Galicie orientale*). Mémoire présenté par M. F. Kreutz m. t.

(Planche X).

Vor 25 Jahren hat Paul in den so genannten Spasser Schiefern, welche er im Hangenden des massigen Sandsteines bei Spas gefunden hatte, einige Fossilien gesammelt, die von Vizedirektor Vacek als *Amaltheus Requieni D'Orb.*, *Psammobia cf. impar Zitt.* und *Panopaea cf. frequens Zitt.* bestimmt, zum Nachweise des turo-

nen Alters, sowie der Äquivalenz dieser Schiefer und der alpinen Gosauformation gedient haben [1]). Prof. Dunikowski [2]) gelang es später zu zeigen, daß die Spasser Schiefer nicht nur im Hangenden des massigen Sandsteins vorkommen, sondern sich mehrmals als Einlagerungen auch in demselben wiederholen, und so hat sich für eine Zeitlang die Ansicht eingebürgert, daß auch der massige, sogenannte Jamnasandstein turonen Alters ist. In den letzten zehn Jahren sehen wir aber, wie die Meinung von dem tertiären Alter dieses Schichtenkomplexes — in den galizischen Ostkarpaten im allgemeinen — immer mehr Anhänger gewinnt, so daß es mir als eine interessante und aktuelle Sache erschien, die Gegend von Spas zu besuchen, um dort in den fraglichen Schichten ein neues paläontologisches Material zu sammeln.

Und in der Tat gelang es, während einiger Tage ein paar Hundert — leider größtenteils sehr schlecht erhaltene — Fossilien zu finden. Diese Sammlung, sowie auch andere Fossilien aus dem Flysch der galizischen Karpaten habe ich nun in dem geologischen Institute der k. k. Universität in Wien einer Bearbeitung unterzogen, deren Resultate ich, insoferne sie sich auf die Spasser Fauna beziehen, in diesem Résumé zu skizzieren versuche. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. V. Uhlig, welcher mich während dieser Arbeit in liebenswürdigster Weise mit Rat und Tat unterstützte, meinen wärmsten Dank auszusprechen, sowie Herrn Kustos Dr. E. Kittl und Herrn Hofrat Dr. E. Tietze für die Erlaubnis der Benützung der Bibliothek und der Sammlungen des kais. Hof-Museums, beziehungsweise der k. k. geologischen Reichs-Anstalt ebenfalls bestens zu danken.

Einer kurzen Besprechung der Spasser Fauna will ich zunächst einige Zeilen über die Lagerungsverhältnisse unserer fossilienführenden Schiefer voranschicken. In Busowisko und Łużek Górny

[1]) Vacek: Beitrag zur Kenntnis der mittelkarpatischen Sandsteinzone. Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-Anst. Bd. XXXI. Wien. 1881.

Paul: Die neueren Fortschritte der Karpatensandstein-Geologie. Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-Anst. Bd. XXXIII. Wien. 1883.

[2]) Dunikowski: Studya geologiczne w Karpatach. Kosmos. Bd. XI. Lemberg. 1886.

[1]) Während der Exkursion begleiteten mich und waren sehr behilflich beim Sammeln von Petrefakten die Herren Universitäts-Assistenten Dr. J. Tokarski und W. Rogala.

kann man diese Verhältnisse gut kennen lernen — um so mehr, da die Aufschlüsse in beiden Lokalitäten einander teilweise ergänzen.

In Busowisko mündet in den Dniestr, fast der dortigen Kirche gegenüber, ein kleiner Bach, welcher von dem Berggipfel Hołownia kommt. Noch vor dieser Mündung, am linken Ufer des Dniestr, sind hell-graue, plattige und ziemlich glimmerreiche Sandsteine gut aufgeschlossen, deren Bänke mit fast schwarzen, aber weißlich verwitternden Schiefern abwechseln; sie erscheinen gleich hier ziemlich stark gegen Süd-West geneigt. Längs des genannten Baches begegnen wir weiter aufwärts nochmals demselben plattigen Sandsteine mit dem Streichen gegen h. 10 und einem Neigungswinkel von ungefähr 45° nach Westen. Seine Bänke werden aber immer mächtiger, so daß er manchmal dem massigen Sandsteine ähnlich sieht, und unweit von der Stelle, wo unser Bachtal in das Dniestr-Tal einmündet, finden wir noch eine kleine Menilitschieferpartie in dieses Schichtensystem eingelagert. Hinter diesem Komplex kommt die Hauptpartie der Menilitschiefer und weiter das System der bunten Tone mit charakteristischen Sandsteinen zum Vorschein. Die Neigung der Schichten ist jetzt verschieden, mehr und weniger steil, gegen Westen und Osten abwechselnd. Weiter beobachtet man auf einer nicht allzukleinen Strecke keine besseren Aufschlüsse und es zeigen sich nur hie und da einige Spuren von grauen, stark kalkigen Sandsteinen und hellen Mergeln. Sodann folgt der typische, massige Jamnasandstein. Zuerst zeigt sich aber eine ziemlich mächtige Partie der schwarzen, mergelig-tonigen und ziemlich sandigen Spasser Schiefer, welche sich dann noch einige Male als größere und kleinere Einlagerungen in den massigen Sandsteinen wiederholen; der erste bessere Aufschluß dieser Schiefer hat Fossilien geliefert. Die massigen Sandsteine mit den eingelagerten Schiefern weisen die hier gewöhnliche süd-westliche Neigung auf. Weiter aufwärts, längs des Baches, sieht man nur ganz typische Inoceramenschichten. Diese Verhältnisse werden im Profile Fig. 1. veranschaulicht.

Es ist wohl klar, daß wir hier mit dem östlichen Schenkel eines gegen Nord-Osten überkippten Sattels zu tun haben, dessen Achse die ältesten, sogenannten Inoceramenschichten bilden.

Die Aufeinanderfolge der Schichten ist hier sehr vollständig und lückenlos und nur der mergelig-sandsteinige Komplex kommt in Busowisko mangelhaft aufgeschlossen vor. Wollen wir uns aber

nach Łużek Górny begeben, so werden wir dort diese Schichten. zwischen den bunten Tonen und dem Jamnasandsteine, zum Teil in recht schönen Aufschlüssen finden. Auch hier treffen wir unmittelbar über diesem Komplex den Spasser Schiefer an; eine mehr kal-

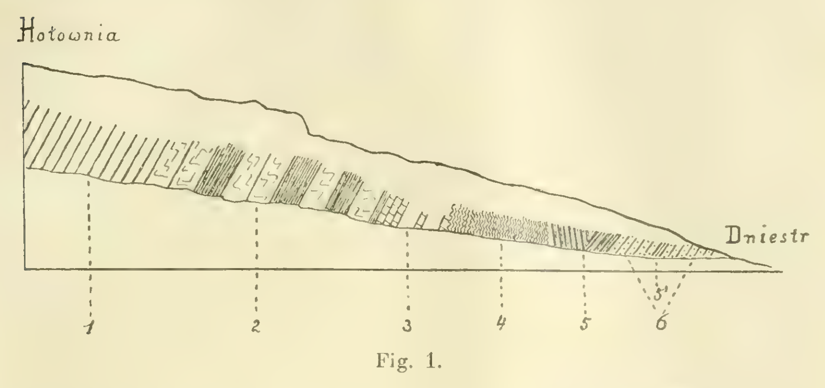



Fig. 1.

1. Inoceramen (Ropianka-) Schichten; 2. massiger Sandstein; S Spasser Schiefer; 3. Sandsteine und Mergel; 4. Bunte Tone mit Sandsteinen; 5. Menilitschiefer; 6. plattige, glimmerreiche Sandsteine mit einer kleinen, eingelagerten Menilitschieferpartie (5').

kige Varietät desselben, welche sich in der ersten Partie dieser Schiefer am linken Ufer des Baches Hołownia zeigt, hat sehr zahlreiche und verhältnismäßig schöne Fossilien geliefert. Alle Belemniten und der größte Teil der Ammoniten-Bruchstücke, welche ich in meinem Materiale besitze, stammen von diesem Punkte her.

Leider lassen die Fossilien, welche sich in den Spasser Schiefern vorfinden, sowohl in Busowisko wie auch in Łużek, sehr viel in Bezug auf ihren Erhaltungszustand zu wünschen übrig. Eben dieser Umstand erschwerte sehr die Bearbeitung des Materials und war die Ursache, daß sich aus der Sammlung, welche gegen 200 Exemplare zählte, nur 36 Formen bestimmen ließen. Ich stelle sie in der nächstfolgenden Übersichtstabelle zusammen und will in der unten folgenden Besprechung einzelner Formen vor allem nur die größere oder geringere Zuverlässigkeit der Bestimmung betonen, da ja die Arbeit mehr stratigraphischen Zwecken dienen, als den Charakter einer rein paläontologischen Abhandlung haben soll.

(Siehe Tabelle Seite 244—245).

| Gattungs- und Art-Name[1]) | Busowisko | Łużek Górny | Cenoman | Turon | Untersenon[2]) | Obersenon[3]) | Gosau-Schichten | Anmerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Actinocamax verus Mill. | | — | | | × | | | |
| 2. (?) Barroisiceras sp. | | — | | | ○e | | | |
| 3. Turritella aff. nerinea Roem. | — | | | | ○ | | | |
| 4. Scalaria sp. (an Mesostoma sp.) | | — | | | | | | |
| 5. Tapes Martiniana Math. sp. | | — | | | × | | × | |
| 6. Cytherea cf. ovalis Gldf. sp. | | — | | | ○ | | | |
| 7. Cytherea cf. tenuiscissa Reis. | — | | | | | ○ | | |
| 8. Circe Carpathica n. sp, | — | | | | | | | |
| 9. Cyprimeria Geinitzi Müll. sp. | | — | | | × | | | |
| 10. Lucina subnumismalis D'Orb. | | — | | | × | × | | |
| 11. Crassatella macrodonta Sow. sp. | | — | | × | × | × | × | Pálfy gibt diese Art aus dem Ober-Senon an. |
| 12. Crassatella sp. | — | | | | | | | |
| 13. Opis cf. bicornis Gein. | | — | | ○ | ○ | | | Diese Form soll mit *O. Trouellei D'Orb.* und *O. Gallienei D'Orb.* synonym sein |
| 14. Astarte similis Münst. | | — | | | × | × | × | |
| 15. Eriphyla lenticularis Gldf. sp. | — | | × | × | × | × | | |
| 16. Venericardia aff. santonensis Müll. G. | | — | | | ○ | | | |
| 17. Cardita cf. dubia D'Orb. | | — | ○ | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18. Limopsis plana A. Roem. | | — | | | × | × | | Synonym mit *L. rhomboidalis Alth.* |
| 19. Arca tenuistriata Münst. | — | | | × | × | × | | |
| 20. Arca cf. Geinitzi Rss. | | — | | ○ | ○ | | | Diese Art soll synonym mit *A. radiata Münst.* sein. |
| 21. Arca aviculoides n. sp. | — | | | | | | | |
| 22. Leda producta (Nilss.) auct. | — | | | | × | × | | |
| 23. Exogyra sigmoidea Rss. | | — | × | × | × | | ×? | |
| 24. Anomia subtruncata D'Orb. | | — | | × | × | | | |
| 25. Anomia cf. Ewaldi Frech. | — | | | | ○ | | | |
| 26. Spondylus spinosus Sow. sp. (?) | | — | | × | × | | | |
| 27. Spondylus cf. lamellatus Nilss. | — | | | | ○ | ○ | | |
| 28. Pecten Royanus D'Orb. | | — | | | × | × | × | |
| 29. Inoceramus sp. | — | | | | | | | In unbestimmbaren Bruchstücken. |
| 30. Terebratella cf. pectita Sow. | | — | ○ | | | | | |
| 31. Terebratulina chrysalis Schloth. sp. | — | — | × | × | × | × | × | |
| 32. Terebratulina gracilis Schloth. sp. | | — | | ×? | × | × | × | Nach Jukes-Brown in England nur im Senon. |
| 33. Terebratula semiglobosa Sow. | — | — | × | × | × | | | |
| 34. Terebratula cf. carnea Sow. | | — | | | ○ | ○ | | |
| 35 Terebratula sp. | | — | | | | | | |
| 36. Megathyris (Argiope) sp. | | — | | | | | | |

[1]) Als Zeichen für bestimmt identische Formen — ×, für diejenigen, welche wenigstens nahe verwandt sind — [illegible].
[2]) $○_e$ — für den sogenannten Emscher.
[3]) Obersenon = Mukronatenkreide.

Dieser Übersichtstabelle möchte ich einige Bemerkungen über die angeführten Arten anschließen.

*Actinocamax verus Mill.* Ich besitze von Łużek Górny zwei Exemplare dieses Belemniten. Einer von ihnen, 26 mm lang und an der breitesten Stelle ungefähr 5 mm stark, stellt fast die ganze Scheide, aber ohne das obere Ende mit Alveole vor. Sowohl hinsichtlich der Größe, wie auch wegen der schwach keulenförmigen Gestalt von fast rundem Querschnitt und fast axial stehender stumpfer Spitze erinnert dieser Belemnit sehr lebhaft an die Abbildungen des *Act. verus Mill.* bei Schlüter, Moberg und Stolley. Auch die besonders in der oberen Hälfte scharf ausgeprägten Dorsolaterallinien, welche fast bis zur Spitze der Scheide hinablaufen, stimmen gut mit dieser Art überein. Leider ist die Oberfläche ziemlich mangelhaft erhalten und infolgedessen ist darauf die so charakteristische Runzelung nicht sichtbar.

Von einigen Ammoniten, welche ich in beiden Lokalitäten, größtenteils aber in Łużek gefunden habe, ist es gelungen, nur ein Exemplar vielleicht als

(?) *Barroisiceras sp.* zu bestimmen. Die ziemlich engnabelige Schale ist zwar mit der Perlmutterschicht erhalten, war aber stark plattgedrückt, in der Mitte abgebrochen und auch am äußeren Rande ziemlich stark beschädigt. Die Loben sind den Abbildungen ziemlich ähnlich, welche Solger für *Barroisiceras Brancoi var. mitis* gibt (Mungokalke, S. 176, Fig. 65); man bemerkt auch Spuren der radialen Faltenrippen und an einer Stelle des äußeren Randes scharfe Knötchen, da aber die Suturlinie nicht vollkommen typisch ist und der Erhaltungszustand der Schale sehr viel zu wünschen übrig läßt, halte ich sogar eine generische sichere Bestimmung dieses Ammoniten nicht für möglich.

Von einigen sehr schlecht erhaltenen Gasteropoden, welche ich in meiner Sammlung besitze, konnte ich nur eine Form als

*Scalaria sp.*, an *Mesostoma sp.* und eine andere als

*Turritella aff. nerinea* Roem. bestimmen. Die scharfe, eng nebeneinander stehenden Höckerchen am oberen Rande der Windungen meiner *Turritella* sind etwas nach unten verlängert und die ganze Skulptur, welche sonst ganz ähnlich wie bei der genannten Art gestaltet ist, stellt sich vielleicht etwas feiner dar; auch die Anwachsstreifen konnte ich nicht mit Sicherheit beobachten. Da überdies nur ein Teil der ganzen plattgedrückten Schale ohne Spitze

und Mündung vorliegt, halte ich es für ratsam, diese Form mit der so verbreiteten Roemerschen Art nicht geradezu zu identifizieren.

*Tapes Martiniana Mäth sp.* fand sich in einem verhältnismäßig vorzüglich erhaltenen Exemplare. Leider läßt sich das gleiche von der in Łużek vorgefundenen.

*Cytherea cf. ovalis Gldf. sp.* nicht sagen, bei welcher der Wirbel und der untere Rand der Schale beschädigt sind.

*Cytherea cf. tenuiscissa Reis* unterscheidet sich von der Hachauer Form durch eine mehr verlängerte Gestalt, sowie durch feinere und näher stehende Streifen auf der Oberfläche.

Einer wohl neuen Form begegnen wir in den kleinen, in Busowisko sich verhältnismäßig zahlreich vorfindenden Bivalven-Schalen, welche ich der Gattung *Circe* einreihe, jedenfalls aber nur provisorisch, da das Schloß der gefundenen Exemplare sich nicht herauspräparieren ließ. Ich beschreibe diese Formen unter dem Namen

*Circe Carpathica n. sp.* Ihre kleinen Schalen sind 13 mm hoch und messen an der breitesten Stelle $10^1/_2$ mm (es kommen selbstverständlich sowohl etwas größere, wie auch kleinere Formen vor). Sie haben eine länglich ovale Gestalt, sind in $^2/_3$ der Höhe — von dem unteren Rande gerechnet — am breitesten und zeigen nahe unterhalb des Wirbels ihre größte Aufwölbung. Die Wirbel ragen nicht sehr empor und sind ziemlich deutlich, wenn auch nicht auffallend, nach vorne gekrümmt. Der vordere Teil der Schale ist in seiner oberen Hälfte etwas verlängert. In der hintaren Hälfte bemerkt man eine konkave Einbiegung der Schale, welche von den Wirbeln an, nicht weit vom Schalenrande nach unten und nach hinten verläuft. Die Oberfläche ist mit feinen, konzentrischen Längsstreifen bedeckt, welche in der Mitte der Schale etwas weniger als 1 mm voneinander entfernt sind und gegen den unteren Rand in schwache, ziemlich dicht stehende Anwachsstreifen übergehen.

Unsere Art kann wohl mit *Circe dubiosa Zittel* (I. S. 131—132, Tab. IV, Fig. 2a—c) aus den Gosau-Schichten nahe verwandt sein, welche aber *Zittel* nur provisorisch dieser Gattung zugezählt hat, da ihm das Schloß seiner Formen gleichfalls unbekannt war.

*Cyprimeria Geinitzi Müll sp.* ist zwar durch eine nicht vollkommen erhaltene Schale vertreten, läßt aber ganz gut die charakteristischen, winzigen Wirbel und die äußere Skulptur, wie auf den Abbildungen, z. B. bei Holzapfel, erkennen. Das über den Erhaltungszustand Gesagte paßt auch auf ein Exemplar der

*Lucina subnumismalis D'Orb.* Es befindet sich aber in meinem Materiale außerdem eine Lucina-Form, welche dieser Art und der *Lucina fallax Stoliczka* sehr ähnlich ist aber in der äußeren Gestalt der Schale eine auffallende Abweichung zeigt, da der Wirbel mehr seitlich gelegen ist und der Schloßrand einen etwas weniger stumpfen Winkel bildet.

Zu der Gattung *Crassatella* gehören in der Spasser Fauna zwei Arten. Eine von ihnen ist die gut bekannte

*Crassatella macrodonta Sow. sp.*, welche sich der *C. macrodonta var. J. Boehmi Reis* aus den Hachauer Schichten etwas nähert. Die zweite Form habe ich als

*Crassatella sp.* bezeichnet. Sie unterscheidet sich sowohl durch ihre kleinen Dimensionen (gegen 15 mm lang, gegen 10 mm hoch), wie auch durch die sehr fein aber zugleich dicht gefurchte Oberfläche und eine ganz allmähliche Aufbiegung des unteren, hinteren Randes.

*Opis cf. bicornis Geinitz* wurde in einem Exemplare, fast nur als ein Steinkern vorgefunden, also ohne äußere Skulptur der Schale, so daß eine ganz sichere Artbestimmung unmöglich war. Auch

*Astarte similis Münst* habe ich nur als einen Abdruck — allerdings einen deutlichen — gefunden. Dafür ist

*Eriphyla lenticularis Gldf. sp.*, eine leider stratigraphisch ziemlich gleichgültige Form, durch ein verhältnismäßig sehr gut erhaltenes Exemplar vertreten. Das gleiche kann man von dem Erhaltungszustande der

*Venericardia aff. santonensis Müll. G.* sagen, welche sich von der von G. Müller beschriebenen Form nur durch etwas engere Furchen zwischen den Rippen und wahrscheinlich durch das Fehlen der konzentrischen Rippen in dem Wirbelteile der Schale unterscheidet.

Zu den häufigsten Formen, sowohl in Busowisko wie auch in Łużek Górny, gehört

*Cardita cf. dubia D'Orb.* Sie stimmt ziemlich gut mit den französischen Formen überein, die Schale scheint aber in ihrem hinteren Teile sich von einer schrägen rundlichen Kante etwas plötzlicher nach hinten und nach oben zu verflachen, als bei der cenomanen Art D'Orbigny's. Die Identifizierung der Spasser Form mit der französischen Art erscheint mir also bedenklich.

*Limopsis plana Roem* soll nach Grippenkerl mit *Lim. rhomboidalis Alth.* synonym sein, mit welcher unsere Form vieles gemein hat.

*Arca tenuistriata Münst.* hat sich nur als ein ganz deutlicher Abdruck erhalten, welcher aber vollkommen den Abbildungen bei Goldfuss und Favre entspricht und die charakteristische Granulierung der fadenförmigen Radialrippchen aufweist.

*Arca cf. Geinitzi Rss.* stimmt genau mit den Abbildungen und Beschreibungen bei Goldfuss und Geinitz (Charakt.) überein, zeigt aber nicht die Körnelung der Radialrippen und unter der Lupe die gitterförmige Skulptur der Schale, wohl möglich infolge einer ziemlich mangelhaften Erhaltung der Oberfläche.

Die Gattung *Arca* ist in Busowisko endlich noch durch eine ganz sonderbare Art

*Arca aviculoides n. sp.* vertreten. Diese neue Form zeichnet sich durch ungemein veränderliche Gestalt aus, denn es kommen neben sehr verlängerten Schalen auch solche vor, deren Höhe nur wenig kleiner ist als ihre Breite. Eine andere und sehr charakteristische Eigentümlichkeit dieser Art ist die flügelartige, nicht gleichmäßige Verlängerung der Schale an ihrem oberen, vorderen und hinteren Ende. Da der hintere Flügel gewöhnlich länger ist als der vordere und die wenig hervorstehenden Wirbel nicht selten weit vorrücken, zeigt die Schale auf den ersten Blick eine avicula-artige Gestalt. Die Band-Area ist sehr deutlich, aber nicht breit und die Details ihrer Oberfläche konnten nicht beobachtet werden. Die äußere Skulptur der Schale bilden feine, radiäre Längsrippen, abwechselnd eine stärkere und eine oder mehrere schwächere. Sie kreuzen sich mit querverlaufenden, konzentrischen Anwachsstreifen, so daß dadurch auf der Oberfläche der Schale ein feines Gitterwerk entsteht. Dieses ist aber auf einigen Exemplaren stärker, auf anderen schwächer ausgeprägt, und es kommen auch solche Schalen vor, welche — wohl infolge des mangelhaften Erhaltungszustandes — sogar glatt erscheinen. Für drei verschiedene Formen dieser Art haben sich folgende Ausmaße ergeben.

Die größte Breite (mit flügelartigen Verlängerungen gemessen):
I — 19·5 mm; II — 15·5 mm; III — 13 mm.

Die größte Höhe: I — 12 mm; II — 8 mm; III — 9 mm.

Die größte Aufwölbung (einer Klappe):
I — 4·5 mm; II — 3·2 mm; III — 3 mm.

Die Gattungen *Leda* und *Nucula* sind nicht selten, besonders in Busowisko, kommen aber meistens in mangelhaft erhaltenen Exemplaren vor, so daß nur eine Art

*Leda producta (Nilss) auct.* sich bestimmen ließ. Es ist eine Schale, welche lebhaft an die Abbildung z. B. bei Favre errinnert und nur bedeutend kleiner ist.

*Exogyra sigmoidea Rss.* besitze ich in einem vorzüglich erhaltenen und ganz typischen Exemplare. Ungefähr das gleiche gilt auch für meine

*Anomia subtruncata D'Orb.* Eine andere Art dieser Gattung kommt öfters in Busowisko vor und ich führe sie als

*Anomia cf. Ewaldi Frech* auf. Meine Formen dieser Art haben viel kleinere Dimensionen entsprechen aber sonst vollständig dieser Bestimmung, sogar in Bezug auf den peripherischen Teil der Schale, wo die Oberfläche manchmal eine zierliche Ornamentik zeigt, ganz derjenigen ähnlich, welche wir bei Frech Taf. XII, Fig. 23 sehen.

Von der Gatung *Spondylus* ließ sich nur ein ziemlich mangelhaft erhaltenes Stück — nicht mit voller Zuverlässigkeit — als

*Spondylus spinosus Sow. sp.* (?) bestimmen und ein anderes als

*Spondylus cf. lamellatus Nilss.* Die letzte Art, vertreten durch einige junge, also ziemlich kleine Oberklappen, unterscheidet sich von den typischen Formen, wie sie z. B. G. Müller (Braunschw. Ilsede. T. IV. Fig. 3.) abbildet, vorwiegend durch etwas mehr spitzigen Wirbel und ein wenig feinere und schärfere Skulptur; das letztere kann aber wohl mit dem jüngeren Alter der Schale in Zusammenhang stehen.

*Pecten Royanus D'Orb.* besitze ich von Łużek Górny in einem ganz typischen und relativ gut erhaltenen Exemplare und die Gattung

*Inoceramus sp.* wurde in Busowisko nur in ganz kleinen Brüchstücken, aber mit deutlicher Faserstruktur gefunden.

Verschiedene Brachiopoden gehören sowohl in Łużek Górny, wie auch in Busowisko zu gar nicht seltenen Vorkommnissen. Gefunden wurde

die Dorsalklappe einer *Terebratella cf. pectita Sow.* an der ich einige Teile des Brachialapparates mit der sehr stark entwickelten Mittelleiste, beiden Schloßfortsätzen u. s. w. herauspräparieren und so in dem Falle ein wichtiges Merkmal dieser Gattung feststellen konnte. Die Größe, der fünfeckige Umriß der Schale, der Verlauf der Rippen u. s. w. entsprechen gut den Beschreibungen und Abbildungen dieser Art bei D'Orbigny und Davidson. Nur die Zahl der Rippen ist etwas kleiner und diese sind ein wenig gröber.

*Terebratulina chrysalis Schloth. sp.*, besitze ich in zahlreichen

Exemplaren und Formvarietäten von Łużek und Busowisko; auch hat sich

*Terebratulina gracilis Schloth. sp.* mit beiden Klappen in ganz typischer Ausbildung vorgefunden. Außerdem befindet sich in meiner Sammlung eine ganze Bauchklappe und mehrere Bruchstücke, welche ich der

*Terebratula semiglobosa Sow.* zuzähle. Einige Bruchstücke ziemlich platter Dorsalklappen mit ganz gerader Frontallinie von Łużek bezeichne ich als

*Terebratula cf. carnea Sow.* Es verdienen aber noch zwei andere Formen Aufmerksamkeit. Die eine bestimme ich als

*Terebratula sp.* Sie zeichnet sich durch sehr zierliche und ganz sonderbare Skulptur aus. Leider ist die einzige Dorsalklappe, welche ich von dieser Art besitze, unvollständig, und zwar am Frontalrande abgebrochen. Die Oberfläche dieser Klappe ist mit zahlreichen, feinen Längsrippen bedeckt. Man bemerkt aber in einer Entfernung von dem Wirbel auch ungemein feine, engstehende Querrippchen, welche wahrscheinlich gegen den Frontalrand stärker werden. Die andere der zwei zuletzt erwähnten Brachiopeden-Formen gehört zu der Gattung

*Megathyris (Argiope) sp.* Es ist eine sehr kleine (5 mm lange) Dorsalklappe, welche auf der Oberfläche mit zahlreichen (gegen 15), rundlichen Rippen bedeckt ist. Ein Teil derselben entsteht in der mittleren Partie der Klappe durch Abzweigung. Längere Rippen teilen sich außerdem dichotomisch noch am Rade der Schale.

Aus der Übersichtstabelle unserer Fossilien ist ersichtlich, daß dieser Fauna nur das untersenone Alter zugesprochen werden kann. Unter Senon verstehe ich aber nach Grossouvre, Stolley und Anderen auch den Emscher, und als Obersenon bezeichne ich die eigentliche Mukronatenkreide. Die Spasser Fauna umfaßt nur 8% solcher Formen, welche bisher ausschließlich aus Schichten bekannt waren, die älter oder jünger als Untersenon sind, und 20% der neuen oder spezifisch unbestimmten und uncharakteristischen Formen. Den ganzen Rest, also 72%, bilden die Arten, welche in der Literatur aus Schichten untersenonen Alters angeführt werden[1]. Von diesen letzteren Arten kommen aber nicht weniger als 22%

[1]) Ich habe in dieser Berechnung auch Formen berücksichtigt, welche einen Artnamen mit den hinzugefügten *aff.* oder *cf.* führen.

nur im älteren Senon vor und darunter befindet sich ein so wertvolles Leitfossil, wie *Actinocamax verus Mill.*

Dieser Belemnit ist bezeichnend für ältere Niveaus des Untersenons, indem er eine vertikale Verbreitung von den höheren Emscher-Schichten bis zu der so genannten Quadratenkreide besitzt. Sein Vorkommen in den Spasser Schiefern beweist also endgültig, daß diese Schiefer und mit ihnen zusammen wenigstens der jüngere Teil des massigen Sandsteins in der Flyschkreide der Gegend von Spass das Untersenon vertreten. Ja, der angebliche *Barroisiceras sp.,* wenn diese Bestimmung sich als richtig erweisen sollte, deutete sogar selbst auf den Emscher hin. Die Abwesenheit des Obersenons in der Gegend von Spas muß aber als ganz unwahrscheinlich erscheinen in Anbetracht der verhältnismäßig ganz unbedeutenden Entfernung von Leszczyny, wo von mir kürzlich in der Flysch-Kreide die Mukronaten-Schichten entdeckt worden sind [mit *Pachydiscus neubergicus* und *gollevilensis, Scaphites constrictus* und ganz typischer *Belemnitella mucronata*[1])], ich halte also die Sandsteine und die Mergel (in unserem Profile, Fig. 1, mit 3 bezeichnet) zwischen dem massigen Sandsteine und den paläogenen bunten Tonen für die Vertreter jedenfalls aller obersenonen Niveaus.

Was nun den massigen Jamnasandstein im Pruttale betrifft, so läßt sich leider sein geologisches Alter jetzt noch nicht entscheiden. In neuester Zeit hat sich die Anschauung verbreitet und wohl nicht ohne Grund, daß der dortige Jamnasandstein alttertiären Alters sei. Erst von neuen eingehenden Untersuchungen des Pruttales kann eine Entscheidung dieser für die Stratigrapie der ostgalizischen Sandsteinzone so wichtigen Frage erwartet werden.

Die Einreihung der Spasser Schiefer und ihrer Sandsteine in das untere Senon kann aber der bisherigen Altersbestimmung gegenüber nur als eine unbedeutende Verschiebung dieser Schichten nach oben gelten, da ja der obere Turon, dem sie nach Bestimmungen der wenigen, von Paul in sehr mangelhaftem Zustand gefun-

[1]) Wiśniowski: O wieku karpackich warst inoceramowych. Rozpr. Wydz. mat.-przyrodn. Akad. Umiej. w Krakowie. T. XLV. Ser. B. 1905. *Belemnitella mucronata* mit zahlreichen anderen Cephalopoden wurde in Leszczyny einige Monate nach dem Erscheinen der zitierten Abhandlung gefunden. Das ganze paläontologische Material aus den dortigen Inoceramen-Schichten befindet sich eben in Bearbeitung.

denen Fossilien, angehören sollten, das unmittelbare Liegende des Senons darstellt. Und wenn Vizedirektor Vacek vor 25 Jahren die Spasser Schiefer als angebliche turone Bildungen mit den Gosauschichten verglichen hat, können wir dasselbe auch jetzt tun, denn die Ansichten über das Alter dieser alpinen Oberkreide haben sich unterdessen auch verändert, und die Gosau-Schichten gelten jetzt auch als ein senoner, vorwiegend untersenoner Schichtenkomplex.

Um so auffallender ist aber der allgemeine Charakter unserer Tierwelt, welche keine größere Ähnlichkeit mit der so gut bekannten Gosaufauna zeigt. Einige wenige Arten, welche sie mit derselben gemein hat, sind nicht die spezifischen Gosauformen, und auf Grund meines Materials kann ich jetzt die Spasser Fauna nur als eine eminent mitteleuropäische Fauna bezeichnen, mit manchen besonderen Anklängen an die herzynische und vorwiegend an die so genannte subherzynische Kreide. Es steht das in vollem Einklange mit der Meinung, welche schon vor einigen Jahren Prof. Uhlig ausgesprochen hat[1]), und mit den Resultaten der paläontologischen Untersuchung der obersenonen Leszczynyer Fossilien. Die letzteren weisen auch einen mitteleuropäischen, nicht südlichen Charakter auf, und wenn unter ihnen einige, sogar nicht seltene Formen vorkommen, welche ein mehr südliches Gepräge zeigen, so steht dies im Zusammenhang einerseits mit der Lage des kretazischen Flyschmeeres nicht weit von der Grenze beider Gebiete, anderseits, wie Grossouvre betont, mit der bedeutenden Verbreitung der obersenonen Transgression[2]).

Was die bionomischen Verhältnisse anbelangt, unter welchen die Spasser Fauna gelebt hatte, so ist es schon aus dem Vorkommen in unseren Schiefern nicht seltener Pflanzenbruchstücke die Schlußfolgerung zu ziehen, daß die Sedimentation der Schichten, wie ja sonst des Flysches im allgemeinen, etwa nicht weit von Ufern stattgefunden hat. Die ziemlich mannigfaltigen Brachiopoden, welche sich unter meinen Fossilien vorgefunden haben, scheinen aber auch darauf hinzuweisen, daß diese Fauna in einer nicht ganz

[1]) Uhlig: D. Geologie des Tatragebirges. Denkschr. der kais. Akad. der Wissensch. Bd. XLIV. Wien 1897. S. 44.

[2]) Grossouvre: Recherches sur la craie supérieure. I part. Stratigraphie générale. Fasc. II. Paris 1901. S. 945—946.

unbeträchtlichen Tiefe der sogenannten Brachiopodenregion, also über 70 m unter der Meeresoberfläche, ihre Existenzbedingungen fand.

Und nun noch einige Worte in tektonischer Beziehung. Obwohl die stratigraphische und tektonische Geologie zwei ziemlich verschiedene Untersuchungsrichtungen darstellen, so sollen sie doch ohne Zweifel sich gegenseitig unterstützen. Die modernen Deckschollen-Theorien werden also — glaube ich — in den Karpaten der Feststellung des subherzynischen Charakters der Spasser Fauna und im allgemeinen des mitteleuropäischen Gepräges der Flysch-Oberkreide jedenfalls Rechnung tragen müsssen.

Wien, 15. März 1906.

---

20. M. BOLESLAS NAMYSŁOWSKI. **Wielopostaciowość Colletotrichum Janczewskii Nmki.** ***(Polymorphisme du Colletotrichum Janczewskii Nmki).*** Mémoire présenté par M. Ed. Janczewski m. t.

(Planche XI.)

Le genre *Colletotrichum* Corda est une petite Mélanconiée, caractérisée par ses pustules aplaties, arrondies ou oblongues, noires, ceintes de soies allongées noirâtres, et par un hyménium nu, composé de conidiophores courts et serrés, produisant des conidies fusiformes, unicellulaires.

On en connaît une quarantaine d'espèces, dont quelques-unes ont été cultivées dans des milieux nutritifs avec plus ou moins de succès. Après avoir ensemencé les conidies du *C. falcatum*, Went obtint un mycélium engendrant des chlamydospores; celles-ci reproduisaient sur la Canne à sucre [1]) la forme habituelle du champignon.

Kostlan trouva des chlamydospores semblables sur le mycélium du *C. Orthianum* [2]). Southworth ensemença des conidies du *C. Malvacearum* et vit qu'elles se divisaient en deux cellules en s'apprêtant à germer; le mycélium en était anastomosé et engendrait des conidies secondaires (chlamydospores?) [3]).

[1]) Went A. T. Notes on Sugar Cane diseases. Annals of Botany. Vol. X. 1896.

[2]) Kostlan Alf. Colletotrichum Orthianum Kostl. Eine biologische Studie. (Aus der Festschrift zum 70-sten Geburtstage von Albert Orth. Berlin, 1905).

[3]) Southworth E. A. A new Hollyhock Disease. Journal of Mycology by Galloway. Vol. VI, Nr. 2, 1890.

Ayant trouvé aux environs de Cracovie, en septembre 1905, une espèce inconnue, parasite sur le *Poa trivialis,* nous l'avons nommé *C. Janczewskii* et décrit sommairement [1]). Aujourd'hui nous complétons sa diagnose par plus de détails et faisons connaître les résultats obtenus par sa culture dans des gouttes de l'eau sucrée [2]).

Les pustules de la nouvelle espèce, planes ou un peu concaves, noires, forment des taches arrondies, dispersées sur la chaume du *Poa*, plus rarement sur ses feuilles, et mesurant jusqu'à 80 $\mu$ en diamètre. Les soies qui les bordent, sont noirâtres, plus pâles vers le sommet plus ou moins attenué, unicellulaires, longues de 70 à 150 $\mu$, larges de 8 $\mu$ à la base, de 4 $\mu$ vers le milieu. Les conidiophores tapissant la surface de la pustule sont au contraire bien courts et légèrement cendrés (incolores dans la jeunesse); de forme ovoïde, ils ne mesurent que 8 $\mu$ en longueur et 6 $\mu$ en diamètre. Les conidies produites par les conidiophores sont incolores, fusiformes, quelquefois recourbées en croissant, unicellulaires, longues de 24 à 34 $\mu$ (rarement de 18 $\mu$ seulement), larges de 3 à 6 $\mu$; leurs bouts sont plus ou moins pointus: celui qui touchait le conidiophore est un peu aplati. Le protoplasma contient un nucléus central, fortement réfringent. Le tissu de la pustule elle-même remplit, en forme de coussinet, l'interstice entre deux faisceaux de sclérenchyme du *Poa* et y remplace le parenchyme détruit; sa couleur et la structure parenchymateuse rappellent complètement un sclérote. Quatre mois de conservation en herbier n'avaient aucune influence sensible sur la vitalité des conidies et du tissu de la pustule.

Pour étudier la germination de ces organes dans de l'eau sucrée, en culture cellulaire, nous nous sommes servis de tranches verticales lavées dans de l'eau et transportées dans ce milieu nutritif. Après deux ou trois jours, les conidies se dispersaient dans le liquide ambiant et commençaient à germer dans les 2—8 jours suivants. Le contenu devient granuleux, le nucléus disparaît et fait place à une raie longitudinale, granuleuse, réfringente, qui représente certainement le fuseau nucléaire. Ensuite une cloison médiane apparaît, la raie longitudinale se contracte, la masse granuleuse oc-

[1]) Namysłowski Bolesł. Zapiski mykologiczne. Spraw. kom. fizyog. Akad. Um. Kraków, 1906.

[2]) Atkinson. Some observations on the development of Colletotrichum Lindemuthianum, 1893.

cupant le centre de chaque cellule fille fait place à un nucléus distinct, se colorant bien par l'hématoxyline. C'est alors que l'une des cellules (rarement les deux) commence à émettre un (rarement deux) tube mycélien qui s'allonge sans se ramifier et produit des chlamydospores dans une dizaine de jours. A cette fin les gouttelettes huileuses (solubles dans l'éther, moins solubles dans le chloroforme) se concentrent dans le bout du tube qui se sépare par une cloison et se transforme en chlamydospore lisse et entièrement noire à la maturité. Les chlamydospores sont elliptiques, plus rarement piriformes, longues de 8—12 $\mu$, larges de 6—8 $\mu$. Elles germent en huit jours dans le même liquide nutritif en émettant un tube mycélien, riche en gouttelettes huileuses, qui s'arrête bientôt dans son développement et dont le sort ultérieur nous est resté inconnu pour cette raison.

Le tissu de la pustule elle-même nous a donné des résultats meilleurs. Deux jours après son immersion dans l'eau sucrée, il produisait un mycélium pluricellulaire, ramifié et anastomosé, incolore dans la jeunesse, brun cendré plus tard, gorgé de gouttelettes huileuses.

Les sommets des filaments mycéliens se transformaient après les trois ou quatre jours suivants, en chlamydospores identiques à celles d'origine conidienne. D'autres filaments mycéliens se transformaient en même temps en conidiophores de longueur différente, dont le rôle était la production des conidies multiples. A cette fin, le conidiophore détache par étranglement, une conidie, ensuite une deuxième au même niveau, puis une troisième, même une quatrième dans les 48 heures.

Ces conidies ressemblent entièrement par leur forme, leur couleur et leur structure à celles qui ont été engendrées à la surface externe de la pustule, seulement leurs dimensions restent plus petites; elles mesurent environ 22 $\mu$ en longueur, 4 $\mu$ en diamètre.

Les essais d'inoculation aux feuilles vivantes du *Poa trivialis* ayant échoué, nos recherches sur les polymorphisme du *C. Janczewskii* sont nécessairement incomplètes. Cependant la vitalité des conidies et surtout du tissu de la pustule nous porte à croire que les *Colletotrichum* n'ont nul besoin de former d'autres organes de reproduction pour passer l'hiver et contaminer l'espèce nourricière au printemps suivant.

## Erklärung der Tafel X.

(v. Bulletin international etc., 1906, Avril, p. 254).

Fig. 1. *Cytherea cf. ovalis Gldf.* sp.

„ 2. *Actinocamax verus Mill.* (Fig. 2 *a* u. 2 *c* stellen dasselbe Individuum in der Seitenansicht dar, um die Dorsolaterallinien zu zeigen).

„ 3. *Cyprimeria Geinitzi Müll.* sp.

„ 4. *Tapes Martiniana Math* sp.

„ 5. *Cytherea cf. tenuiscissa Reis.*

„ 6. *Turritella cf. nerinea Roem.*

„ 7. *Lucina subnumismalis* D'Orb.

„ 8. *Lucina* sp.

„ 9. *Eriphyla lenticularis Gldf.* sp. (ein nicht typisches und jedenfalls stark verdrücktes Exemplar).

„ 10. *Circe carpathica* n. sp.; (die Schale — 10 *a* von hinten, 10 *c* von vorne, 10 *d* gegen den Wirbel gesehen).

„ 11. *Crassatella* sp.

„ 12. *Venericardia aff. santonensis* Müll. G.

„ 13. *Cardita cf. dubia* D'Orb.; (13 *a* — ein Bruchstück der Schale mit der erhaltenen Skulptur; 13 *b*, *c* — Steinkerne verschiedener Grösse u. Gestalt, in Fig. 13 *b* mit der teilweise erhaltenen Schale und ihrer Skulptur; 13 *d* — ein nicht typisches und stark verdrücktes Exemplar von Busowisko).

„ 14. *Arca tenuistriata* Münst.

„ 15. *Arca cf. Geinitzi* Rss.

„ 16. *Arca aviculoides* n. sp. (verschiedene Formvarietäten; 16 *d* — die Ansicht von oben, um das schmale Bandfeld zu zeigen).

„ 17. *Anomia subtruncata* D'Orb.; (vorwiegend als concaver Abdruck der Schale mit nicht erhaltenem Schlossrande).

„ 18. *Anomia cf. Ewaldi Frech.*; (18 *b* — der peripherische Teil der Schale vergrössert).

„ 19. *Terebratella cf. pectita Sow.*; Dorsalklappe.

„ 20. *Terebratulina chrysalis Schloth.* sp.

„ 21. „ *gracilis Schloth.* sp.

„ 22. *Exogyra sigmoidea Rss.*

„ 23. *Megathyris* (*Argiope*) sp. (23 *b* — vergrössert).

Je tiens pour mon devoir de remercier bien M. le Prof. Ed. de Janczewski pour les conseils dont il a secondé mon travail.

Institut de Botanique de l'Université Jagellonne à Cracovie.

## Explication des figures.

1. Coupe transversale du chaume du *Poa trivialis* avec deux pustules du *Colletotrichum*. sk — l'anneau scléreux. Grossissement 110.
2. Coupe verticale d'une pustule contenant des conidies. Gr. 500.
3. Conidies mûres; trois d'entre elles montrent leur point d'attache au conidiophore. Gr. 500.
4. *a, b, c, d, e.* Etats successifs de la même conidie en germination; *f* une autre ayant produit deux tubes sur la même cellule. Gr. 500.
5. Conidies germées et produisant des chlamydospores. Gr. 500.
6. Branche d'un mycélium engendré par le tissu de la pustule; elle porte une chlamydospore et quelques conidies. Gr. 500.
7. *a* La même branche après 24 heures; *b* une autre, de même origine, portant deux chlamydospores. Gr. 500.
8. Portion d'un mycélium anastomosé produit par le tissu de la pustule; elle porte deux chlamydospores. Gr. 500.

---

21. M. ERWIN MIĘSOWICZ. **Działanie śródżylnych wstrzykiwań adrenaliny na narządy wewnętrzne królika.** *(Untersuchungen über die Veränderungen in den inneren Organen des Kaninchens nach intravenöser Injektion von Adrenalin). (Sur les changements pathologiques des organes internes du lapin après les injections intraveineuses d'adrénaline).* Mémoire présenté par M. H. Hoyer m. c.

(Planche XII, XIII.)

Im J. 1895 entdeckten Cybulski mit Szymonowicz und Oliver mit Schäfer fast gleichzeitig und unabhängig voneinander, daß der Extrakt aus der Nebenniere, in die Adern von Tieren injiziert, plötzliche Steigerung des Blutdrucks und Verlangsamung des Pulses hervorruft.

Weitere Untersuchungen von Velich, Biedl, Bornttau bestätigten die ursprüngliche Meinung Olivers u. Schäfers, daß die Steigerung des Blutdrucks nach der Injektion des Adrenalins durch die gefäßverengenden Wirkung auf die peripheren Gefäße verursacht wird. Dagegen führt Cyon, so wie es schon früher Cybulski u. Szymonowicz getan haben, die Erhöhung des Blutdruckes auf eine Beteiligung der Nervenzentra zurück.

Die nach der Injektion des Adrenalins eintretende Pulsverlangsamung betrachten die einen Forscher als Folge einer Reizung der Vaguszentra durch das Adrenalin, die anderen entweder als Folge der mittelbaren Wirkung der Blutdruckerhöhung, oder als Folge der unmittelbaren Wirkung des Adrenalins auf das Herz selbst. Außer den genannten Forschern befaßten sich mit dieser Frage noch Reiner, Vervorn, Kahn.

Der Extrakt aus der Nebenniere erhöht auch die Herzarbeit, wie dies durch Gottliebs Versuche nachgewiesen wurde. Aus seinen Versuchen geht zugleich hervor, daß der Nebennierenextrakt auf das Herz durch Reizung seiner automatischen Nervenzentren wirkt. Dasselbe wird auch durch die neueren Versuche anderer Forscher bestätigt.

Am deutlichsten äußert sich die Wirkung des Nebennierenextraktes auf die peripheren Gefäße. Diese werden nämlich erheblich verengert. Doch betrifft diese Verengerung nicht alle Gefäße in gleichem Grade, sondern hauptsächlich diejenigen, welche von Fasern des Plexus sympathicus innerviert sind.

Anders verhält sich unter der Wirkung des Nebennierenextraktes der Kreislauf des Blutes im Gehirn und in der Lunge.

In der Frage der Wirkung auf die Gehirnzirkulation sind die Versuche von Biedl und Reiner von entscheidender Bedeutung. Diese Forscher haben nämlich nachgewiesen, daß, wenn man das Adrenalin in den allgemeinen Kreislauf injiziert, der Blutdruck mit Ausnahme der Gehirngefäße erhöht wird, geschieht dagegen die Injektion in die Arter. carotis, so ist die Wirkung auf die Gehirngefäße deutlich. Es erfolgt nämlich zunächst eine Kontraktion, sodann — nachdem das Adrenalin in den allgemeinen Kreislaus gelangt ist — eine Erweiterung der Gehirngefäße.

Auf den Lungenkreislauf hat das Adrenalin wegen der abweichenden histologischen Struktur der Lungengefäße keinerlei Wirkung.

Unentschieden ist noch bislang die Frage, ob die Kapillaren bei intravenöser Applizierung des Nebennierenextraktes sich kontrahieren.

Die unmittelbare Wirkung des Adrenalins äußert sich in Blutdruckerhöhung, u. zw. steigt der Druk bis auf das Zwei- und Dreifache. Nach 2—3 Minuten sinkt der Druck wieder zur Norm. Die Drucksteigerung ist schon bei Anwendung von sehr kleinen

Dosen deutlich, so z. B. nach den Untersuchungen von Fürth schon nach Anwendung von 0·6—1·2 eines Millionstels eines Milligrams des Suprarenins auf 1 Klg Körpergewicht des Kaninchens.

Die bisherigen Untersuchungen berücksichtigten die vorübergehenden Veränderungen im Zirkulationsorgan, die nach einer einmaligen Applikation des Adrenalins eintreten.

Die ersten Versuche, durch häufigeres Applizieren des Nebennierenextraktes Veränderungen im Zirkulationsorgan hervorzurufen, unternahm Jores. Er gelangte jedoch zu keinem Resultate, weil er die Nebennierenpräparate durch den Verdauungsapparat einführt.

Glücklicher war Josue, welcher durch intravenöse Injektionen des Nebennierenextraktes herdförmige Veränderungen in der Aorta hervorgerufen hat. Bald darauf nahmen Erb, Rzętkowski, Fischer diese Versuche zu wiederholten Malen auf und bestätigten die Möglichkeit, bei Kaninchen durch intravenöse Injektionen von Suprarenin herdförmige Veränderungen in der Aorta hervorzurufen, die an die atheromatösen Veränderungen beim Menschen erinnern. Zur Zeit, als meine Arbeit ihrem Abschlusse sich näherte, erschienen außerdem die diesen Gegenstand behandelnden Abhandlungen von Erb und von Braun.

Die hohe Bedeutung, welche die künstliche Erzeugung von Veränderungen im Gefäßsystem haben kann, zumal da die bisherigen Forschungen viele diesbezügliche Fragen unerklärt lassen, hat den Verfasser dazu bestimmt, systematische Untersuchungen über diese Frage zu unternehmen.

## Methode der Untersuchungen.

Die Versuche wurden an Kaninchen ausgeführt, u. zw. an 65 Tieren derselben Art von verschiedener Größe. Den Kaninchen wurde einige Monate hindurch täglich Adrenalin von der Firma Parke & Davis in die Ohrenvenen injiziert. Die kleinste Injektionsdose betrug 0·10 $cm^3$, die größte 2·8 $cm^3$ der Originallösung. 1 $cm^3$ Adrenalin von Parte & Davis entspricht 1 Milligram Adrenalin. Die tödliche Dosis beträgt auf 1 Klg Körpergewicht des Kaninchens 0·10—0·20 Milligram Adrenalin.

## Verhalten der Tieren.

Nach den Adrenalininjektionen verhielten sich die Tiere verschieden. Die Mehrheit der Tiere vertrug die Injektionen, angefan-

gen von 0·10 $cm^3$ gut; sie zeigten nach der Injektion nur Beschleunigung der Atmung, Verlangsamung des Pulses und machten den Eindruck, als wären sie erschöpft. Diese Erscheinungen dauerten 3—10 Minuten an. Ein Teil der Tiere kam schon nach der ersten Injektion um, u. zw. entweder unter Konvulsionserscheinungen, oder „wie vom Blitz getroffen". Manche Tiere vertrugen die Injektionen eine Zeitlang ganz gut und verendeten plötzlich nach einer der weiteren Injektionen. Bei drei Tieren trat nach mehreren Injektionen schlaffe Lähmung der hinteren Extremitäten auf, die bei zwei Tieren nur vorübergehend war. Anatomische Veränderungen im Rückenmark wurden in diesem Fällen nicht gefunden.

Aus den in den Versuchsprotokollen enthaltenen Daten, wie auch aus der obigen Zusammenstellung geht hervor, daß die Empfindlichkeit des Kaninchens gegen das Adrenalin in sehr weiten Grenzen schwankt und daß Adrenalindosen über 0·30 $cm^3$ für das Kaninchen stets tödlich wirken. Die in den Protokollen veranschaulichte Zusammenstellung der progressiven Dosierung belehrt uns außerdem, daß die Kaninchen sich an immer größere Adrenalindosen gewöhnen. Diese Gewöhnung kann einen hohen Grad erreichen. Worauf dies beruht, kann zur Zeit nicht beurteilt werden.

Die Ernährung und die Freßlust der Tiere erlitt keine Störung. Die Temperaturmessungen zeigten stets normale Verhältnisse. Im Harn konnte nie Eiweiß oder Zucker nachgewiesen werden.

### Anatomische Veränderungen.

Die Veränderungen in den inneren Organen waren von zweierlei Art: die einen traten stets ein und betrafen den Zirkulationsapparat, die anderen hatten den Charakter von zufälligen Symptomen und kamen bei verschiedenen Tieren in verschiedenen Organen vor.

### Veränderungen im Bereiche des Arteriensystems.

Zuweilen konnte man nach dem Abpräparieren der Aorta schon von außen her wahrnehmen, daß diese in der Bogengegend und dem Brustteile ungleichmäßig erweitert ist. Nach der Öffnung der Aorta durch einen Längsschnitt zeigt sich ihre innere Oberfläche uneben. Die Unebenheiten werden durch weiße Herde erzeugt, welche in verschieden großer Zahl in der Aortawand sitzen. Bei näherer Betrachtung stellen sich diese Herde entweder als Infiltrationen von einigen Millimetern im Durchmesser vor, die ein wenig

über die Oberfläche prominieren, oder als kleine durch zirkumskripte Verwölbung der Aortawand entstandene Aneurysmen. Die veränderten Herde machen beim Befühlen den Eindruck von verkalktem und dünner gewordenem Gewebe. Der Hauptsitz der Veränderungen ist der Bogen und der Brustteil der Aorta. Im Bauchteil der Aorta sind die Herde spärlicher und kleiner. Die Verzweigungen der Aorta waren nicht krankhaft verändert. Bei einer Anzahl von Tieren war auch die Aorta ganz normal geblieben, obwohl den Tieren ziemlich große Adrenalindosen injiziert worden waren. Auf Grund aller meiner Beobachtungen läßt sich schließen, daß in den meisten Fällen die Veränderungen in der Aorta um so größer sind, je öfter die Injektionen stattfanden und je größere Dosen eingeführt wurden. Wohl aber kann auch eine einmalige Injektion Veränderungen in den Arterien hervorrufen.

### Histologische Untersuchungen.

Histologische Veränderungen fanden sich nur in der Wand der Aorta, und zwar betrafen sie die Media und die Intima.

Die Veränderungen in der Media bestehen darin, daß die elastischen Lamellen herdweise langgestreckt sind. Im Gefolge davon kommt es zum Schwund der glatten Muskeln, zu einer immer größeren Annäherung der elastischen Lamellen aneinander und zu Kalkablagerungen. Die elastischen Lamellen fallen regressiven Metamorphosen anheim, ihre Kontinuität wird unterbrochen und in die so entstandenen Räume dringt wucherndes Bindegewebe ein, indem es Narbengewebe bildet. An Stelle des Bindegewebes findet man hier zuweilen deutliches Knorpelgewebe.

Veränderungen in der Intima treten fast stets nur da auf, wo das Arterienlumen eine Erweiterung erlitten hat, also nur an Stellen, an welchen auch die Media Veränderungen zeigt. Die Veränderungen der Intima sind ziemlich einheitlich. Ihr Gewebe ist aus elastischen Fasern, glatten Muskelzellen und aus Bindegewebe zusammengesetzt. An Stellen bedeutender Verdickung zeigt die Intima eine doppelschichtige Struktur. Die innere elastische Membran grenzt überall die Media gegen die veränderte Intima vollständig und deutlich ab und zeigt normale Struktur. In den Verdickungen der Intima wurden bei den vom Verfasser untersuchten Tieren keine Erscheinungen eines Zerfalls gefunden.

Auch alle Verzweigungen der Aorta sowie die Kranzarterien des

Herzens wurden histologisch untersucht. In diesen Gefäßen wurden aber keine Veränderungen gefunden.

### Über die Pathogenese der histologischen Veränderungen in der Aorta.

Als Hauptursache der krankhaften Veränderungen in der Aorta betrachten die meisten Forscher die toxische Wirkung des Adrenalins, welche für die glatten Gefäßmuskeln spezifisch sein soll. Die Blutdrucksteigerung betrachten sie bloß als mitwirkende, begleitende Erscheinung.

Dagegen gelangte der Verfasser auf Grund seiner Untersuchungen zur Überzeugung, daß die Hauptursache, welche die Veränderungen in der Aorta der Kaninchen nach intravenösen Adrenalininjektionen hervorruft, die Blutdrucksteigerung ist.

Für die Richtigkeit dieser Ansicht sprechen folgende Umstände:

1) Die Versuche jener Forscher, welche der Meinung waren, die blutdruckerhöhende Wirkung des Adrenalins aufgehoben oder mit anderen Mitteln eine ebenso hohe Blutdrucksteigerung hervorgerufen zu haben, können der kritischen Betrachtung nicht standhalten.

2) Aus dem histologischen Bilde der anfänglichen Veränderungen geht hervor, daß die Streckung der elastischen Lamellen als primäre und unmittelbare Veränderung in der Media der Aorta zu betrachten ist. Die elastischen Lamellen erfahren eine Streckung noch bei wohlerhaltenen Muskelzellen.

3) Die Untersuchungen von Triepel über die Elastizität des Bindegewebes haben nachgewiesen, daß die sg. „elastischen Lamellen" eine geringere Dehnbarkeit besitzen als die glatten Muskeln.

4) Das Fehlen von Veränderungen in den Verzweigungen der Aorta, der Venen und der Pulmonalis.

5) Des Verfassers eigene Untersuchungen über das Verhalten der elastischen Lamellen der Aorta unter der Wirkung eines durch Gelatineinjektion erzeugten hohen Drucks ergaben, daß die elastischen Lamellen unter der Wirkung des plötzlich steigenden Drucks eine Lage annehmen, welche derjenigen in den herdförmigen Veränderungen nach Adrenalin ähnlich ist.

Was die histologische Bestimmung der Veränderungen in der Intima betrifft, so erinnern sie — nach Qualität und Anordnung ihrer Bestandteile — an jene Form der Intimaverdickung, welche

Jores als „regenerative Bindegewebswucherung der Intima" beschreibt. Der Umstand, daß die Intima bloß an jenen Stellen wuchert, wo das Arterienlumen bedeutend erweitert ist, legt den Gedanken nahe, daß die Verdickung der Intima als eine ausgleichende Tätigkeit des Organismus aufzufassen ist, welche den Zweck hat, durch Einengung des Gefäßlumens die im Kreislauf entstandenen Störungen zu beseitigen. Diese Auffassung würde mit der von Thoma ausgesprochenen Ansicht über die Entstehung der Atheromatose beim Menschen übereinstimmen.

Die Vergleichung des histologischen Gesamtbildes der Veränderungen in der Aorta des Kaninchens mit dem Bilde der Atheromatose des Menschen schließt die Möglichkeit aus, diese beiden Krankheitsprozesse als identisch zu betrachten.

Es gibt aber noch andere Krankheitsprozesse in den Arterien des Menschen, welche mit den beschriebenen Veränderungen Ähnlichkeit zeigen, u. zw.: 1) Nekrotische Herde in der Media auf luetischem Boden, beschrieben von Benda; 2) Bindegewebige Verdickungen der Media nach Reizung der peripheren vasomotorischen Nerven, wie sie von Lewaschew bei Tieren erhalten und von Fränkel bei Menschen, die an Tabes, Syringomyelie u. s. w. gelitten hatten, festgestellt wurden; 3) Die von Gilbert u. Lion durch Injektionen von Bakterien und deren Toxinem in den Arterien erzeugten Entzündungsherde; 4) Die in der Media der großen Arterien der menschlichen Extremitäten vorkommenden Veränderungen, welche von Marchand und Mönckeberg als eine besondere Form von Arteriosklerose beschrieben worden sind.

### Veränderungen im Herzmuskel.

Die anatomischen Veränderungen im Herzen gehören zu regelmäßigen Erscheinungen bei Kaninchen, denen längere Zeit hindurch Adrenalin injiziert wurde. Das Herz ist bei solchen Tieren hypertrophisch. Verfasser hat dies nachgewiesen durch genaue Gewichtbestimmungen der Herzen von den zu den Versuchen benutzten Tieren, sowie durch den Vergleich der erhaltenen Zahlen mit dem Gewicht von Herzen normaler Kaninchen. Die Hypertrophie betrifft das linke Herz und ist gewöhnlich ziemlich bedeutend. Die unmittelbare Ursache der Hypertrophie des Herzens ist der nach Adrenalininjektionen steigende Blutdruck, sowie die nach der Injektion lang anhaltende Wirkung dieses Mittels auf das Herz selbst.

Die Größe der Veränderungen in der Aorta hat auf den Zustand des Herzmuskels keinen Einfluß.

### Veränderungen in anderen inneren Organen.

Die nach Adrenalininjektionen in anderen Organen vorkommenden Veränderungen sind nur zufällig. Sie entstehen sämtlich infolge von Blutergüssen in das umgebende Gewebe, wie das Gehirn, die Aortawand, die serösen Häute, die Leber, Niere, Nebenniere. Als Ursache dieser Blutungen kann aber nicht die mehrmalige Wirkung des Adrenalins angesehen werden, denn die gleichen Blutungen treten in den inneren Organen schon nach einer einmaligen Anwendung dieses Mittels auf.

### Untersuchungen über das Verhalten des Blutdrucks.

Bei 12 Kaninchen, welchen längere Zeit hindurch Adrenalin injiziert wurde, bestimmte Verfasser mit Hilfe des Kymographiums von Ludwig u. Cyon den Druck in der Art. femoralis. Auf Grund dieser Versuche gelangt er zur Überzeugung, daß der Blutdruck bei Kaninchen, welchen längere Zeit hindurch Adrenalininjektionen appliziert wurden, nicht erhöht — zuweilen sogar gegen die Norm herabgesetzt ist.

Ferner stellte der Verfasser fest, daß sogar nach sehr zahlreichen und in großen Dosen längere Zeit hindurch angewandten Adrenalininjektionen das Verhalten des Gefäßsystems diesem Mittel gegenüber stets das gleiche ist.

---

Die künstliche Erzeugung von Veränderungen im Zirkulationssystem ohne lokale Eingriffe ist nicht bloß in Beziehung auf die rein anatomischen Veränderungen, sondern auch für die Lehre von der pathologisch veränderten Zirkulation von hoher Bedeutung.

Von nicht geringerer Bedeutung scheint auch die Feststellung der Tatsache zu sein, daß wir durch Anwendung eines Mittels, welches von einer schon im normalen Organismus funktionierenden Drüse sezerniert wird, schwere anatomische Veränderungen hervorzurufen vermögen.

Aus dem Institut für allgemeine und experimentelle Pathologie des Prof. Dr. K. Klecki und dem Institut für vergleichende Anatomie des Prof. Dr. H. Hoyer in Krakau.

## Tafelerklärung.

Fig. 1. Anfangsstadien der Streckung der elastischen Lamellen; in der Media der Aorta. Comp. oc. 4. Apochr. $2_{10}$ Apert. 1·30. Hom. Immers.

Fig. 2. Streckung der elastischen Lamellen und Schwund der glatten Muskeln zwischen denselben in der Media. Comp. oc. 4. Apochr. $2_{10}$ Apert. 1·30. Hom. Immers.

Fig. 3. Die elastischen Lamellen der Media haben sich gestreckt und sind zusammegerückt. Wucherung der Intima, in welcher glatte Muskeln und feine elastische Fasern sichtbar sind. Comp. oc. 4. Aporom. $2_{10}$ Apert. 130. Homog. Immers.

Fig. 4. Risse in den gestreckten elastischen Lamellen der Media, welche mit Bindegewebe ausgefüllt sind. Comp. oc. 4. Ap. obj. $8_0$ mm. Apert. 0·65.

Fig. 5. Zerstückelte elastische Lamellen, von Knorpelgewebe umgeben. Comp. oc. 4. Apochr. obj. $8_0$ mm. Aport. 0·65.

Fig. 6. In den Zwischenräumen zwischen den zerrissenen elastischen Lamellen ist der Übergang von fibrillären Bindegewebe in Knorpelgewebe sichtbar. Die verdickte Intima besteht aus zwei Schichten. Comp. oc. 4. Apochrom $2_{10}$ Apect 1·30. Homog. Immers.

Fig. 7. In den Zwischenräumen zwischen den zerrissenen elastischen Lamellen ist der Übergang von Granulationsgewebe im Knorpelgewebe sichtbar. Die verdickte Intima besteht aus zwei deutlichen Schichten. Comp. oc. 4. Apochron $2_{10}$ Apert. 1·30. Homg. Immers.

Fig. 8. Bild einer künstlich gesprengten Aorta. Comp. oc. 4, Ap. ob. $8_{10}$ mm. Apert. 0·65.

Fig. 9 A. Aorta des Kaninchens Nr. 60.

Fig. 9 B. Aorta des Kaninchens Nr. 6.

Fig. 9 C. Aneurysma dissecans. Kaninchen Nr. 18.

---

22. M. A. EHRENPREIS. **O działaniu żelazocyanku potasowego na sole dwuazonowe.** ***(Über die Einwirkung des Kaliumferrocyanids auf Diazoniumsalze).*** *(Sur l'action du ferrocyanure de potassium sur les sels de diazonium).* Mémoire présenté par M. E. Bandrowski m. c.

Griess beobachtete [1]), daß das Phenyldiazoniumchlorid in wässeriger Lösung durch gelbes Blutlaugensalz zersetzt wird, wobei neben Stickstoff, Phenylazodiphenyl ein rotes Öl von damals unbekannter Zusammensetzung entsteht. Er führte diese Reaktion nur in diesem einen speziellen Falle durch; es war also sehr erwünscht zu erfahren, wie sich andere Diazoniumsalze dieser Reaktion gegenüber verhalten, um so mehr da eine derartige Übersicht zur Erklärung dieser ganz dunklen Reaktion führen konnte. In vorliegender Arbeit führe ich die bis jetzt erhaltenen Resultate vor.

### I. Einwirkung des gelben Blutlaugensalzes auf Phenyldiazoniumchlorid.

9·3 gr Anilin werden in üblicher Weise diazotiert, worauf man eine kalt gesättigte Lösung des gelben Blutlaugensalzes in kleinen Portionen zusetzt, solange sich noch Stickstoff entwickelt. Nach beendigter Reaktion filtriert man den entstandenen Niederschlag ab, trocknet ihn an der Luft, und extrahiert später mit Ligroin. Aus den Ligroin-Extrakten scheidet sich beim Abkühlen eine gelbe Verbindung aus, die aus Alkohol umkrystallisiert wurde. Sie schmilzt bei 152° und wurde übereinstimmend mit der Ansicht von Griess[2]) als Phenylazodiphenyl erkannt:

| | erhalten | | berechnet für $C_{18}H_{14}N_2$ |
|---|---|---|---|
| C | 83·3 % | 83·35% | 83·72% |
| H | 5·34% | 5·62% | 5·42% |
| N | 10·83% | 10·5 % | 10·85% |
| M | 261 | 260 | 258 |

Das Phenylazodiphenyl wird durch Zinnchlorür in Salzsäure reduziert und gespalten zu Aminodiphenyl und Anilin gemäß der Gleichung:

$$C_{18}H_{14}N_2 + 4H = C_6H_5 . C_6H_4NH_2 + C_6H_5NH_2.$$

In ammoniakalischer Lösung wird es durch Zinkstaub reduziert zu Phenylhydrazodiphenyl $C_6H_5 . C_6H_4 . NH . NH . C_6H_5$

| | erhalten | berechnet für $C_{18}H_{16}N_2$ |
|---|---|---|
| C | 83·31% | 83·07% |
| H | 6·28% | 6·15% |
| N | 10·49% | 10·76% |

Das Diphenylhydrazophenyl geht bei der Einwirkung von Essigsäureanhydrid in zwei isomere Monoazetylderivate von der Form $C_{18}H_{15}N_2(C_2H_3O)$ vom Schmelzp. 217° und 178°

| | Körper 217° | | Körper 178° |
|---|---|---|---|
| C | 79·47% | 79·48% | 79·24% |
| H | 6·12% | 6·26% | 6·27% |
| N | 9·26% | 9·31% | 9·29% |

[1]) B. 9. 132.
[2]) B. 9. 132.

Diesen Daten entspricht die Formel $C_{18}H_{15}N_2(C_2H_3O)$, welche erfordert:

| | |
|---|---|
| C | 79·47% |
| H | 5·96% |
| N | 9·27% |

Beide Reaktionsprodukte sind also isomere Monoazetylderivate und nicht, wie Bandrowski und Prokopeczko [1]) angeben, Diazetylderivate. Die Isomerie beider Körper stellen die beiden Formeln dar:

$$\begin{array}{c} C_6H_5 . C_6H_4 . N . C_2H_3O \\ | \\ C_6H_5 . N . H \end{array} \quad \text{und} \quad \begin{array}{c} C_6H_5 . C_6H_4 . N . H \\ | \\ C_6H_5 . N . C_2H_3O \end{array}$$

Durch Konzentrierung der Alkohol- und Ligroin-Mutterlauge erhält man nach dem Auskrystallisieren des Phenylazo-diphenyls ein rotgefärbtes Öl, das behufs Reinigung einer Destillation mit Wasserdämpfen unterworfen wurde. Dabei gingen geringe Mengen Azobenzol und etwas größere Mengen Biphenyl über. Der Destillationsrückstand wurde mit Äther ausgeschüttelt; nach dessen Abdestillieren erhält man ein dickflüssiges rotgefärbtes Öl, das nach Azobenzol riecht.

Um die Natur dieses Körpers festzustellen, wurde dieses Öl in alkoholischer Lösung mit ein wenig Ammoniak und Zinkstaub reduziert. Das erhaltene Reduktionsprodukt wurde aus Alkohol umkristallisiert:

| | erhalten | | berechnet für $C_{18}H_{16}N_2$ |
|---|---|---|---|
| C | 82·82% | 82·81% | 83·07% |
| H | 6·25% | 6·25% | 6·15% |
| N | 11·16% | 11·05% | 10·76% |
| M | 265 | | 260 |

Diese Verbindung kristallisiert in glänzenden, harten Kristallen vom Schmelzp. 136°—138°.

Sie wurde in folgende Derivate umgewandelt.

1) Mit Essigsäureanhydrid verwandelt sie sich in ein Azetylderivat $C_{18}H_{15}N_2(C_2H_3O)$, das aus Alkohol in Form von schönen glänzenden Nadeln von Schmelzpunkt 152·5°, auskristallisiert.

[1]) Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, mathem.-naturwissenschaftl. Klasse 1904. 80.

| erhalten | berechnet für $C_{18}H_{15}N_2(C_2H_3O)$ |
|---|---|
| C 79·12% | 79·47% |
| H 6·06% | 5·96% |
| N 9·05% | 9·27% |
| O 5·77% | 5·29% |

2) Zinnchlorür in konz. Salzsäure lagert den Körper $C_{18}H_{16}N_2$ in einen isomeren Körper um, der bei 136° schmilzt:

| erhalten | berechnet für $C_{18}H_{16}N_2$ |
|---|---|
| C 82·76% | 83·07% |
| H 6·37% | 6·15% |
| N 10·45% | 10·76% |

Diese Verbindung ist eine primäre Base, gibt die Karbylaminreaktion und läßt sich leicht azylieren.

Das unter 1) und 2) erwähnte Verhalten läßt schließen, daß in der kristallinischen Verbindung $C_{18}H_{16}N_2$ das bis jetzt unbekannte Triphenylhydrazin $(C_6H_5)_2N.NH.C_6H_5$ vorliegt, welches unter dem Einflusse der Säuren der Semidinumlagerung unterliegt gemäß der Gleichung:

$$(C_6H_5)_2N.NH.C_6H_5 = (C_6H_5)_2N.C_6H_4.NH_2,$$

d. h. es lagert sich in Amintriphenylamin um.

3) Das Triphenylhydrazin unterliegt bei der Einwirkung von Quecksilberoxyd in benzolischer Lösung einer Oxydation. Das Oxydationsprodukt ist ein dickes kirschrotes Öl, das bei 270° siedet und höchst wahrscheinlich mit dem Reaktionsprodukt des gelben Blutlaugensalzes auf Phenyldiazoniumchlorid identisch ist.

| | |
|---|---|
| C 83·21% | 83·13% |
| H 6·13% | 6·05% |
| N 10·84% | |

Dieser Zahlen entsprechen die Formeln

| $C_{18}H_{15}N_2$ | oder | $C_{18}H_{14}N_2$ |
|---|---|---|
| C 83·39% | | 83·72% |
| H 5·79% | | 5·42% |
| N 10·81% | | 10·86% |

Unter Zugrundelegung der ersten Formel müßte diese Verbin-

dung die empirische Zusammensetzung $(C_{18} H_{15} N_2)_2$ das Molekulargewicht M 518 erhalten und nach folgender Gleichung entstehen:

$$\begin{matrix}(C_6 H_5)_2 N . NH . C_6 H_5 \\ (C_6 H_5)_2 N . NH . C_6 H_5\end{matrix} + 2\,HgO = \begin{matrix}(C_6 H_5)_2 N . N . C_6 H_5 \\ | \\ (C_6 H_5)_2 N . N . C_6 H_5\end{matrix} + Hg_2O + H_2O.$$

Wiederholt durchgeführte Untersuchungen haben jedoch für M nur den halben Wert ergeben, also eine Zahl die durch die zweite Formel erfordert wird, und dann könnte die Oxydation des Triphenylhydrazins nach folgender Gleichung verlaufen:

$$C_6 H_5 \diagup \begin{matrix} N . C_6 H_5 \\ | \\ H . N . C_6 H_5 \end{matrix} + 2\,HgO = C_6 H_4 \begin{matrix}\diagup N . C_6 H_5 \\ | \\ \diagdown N . C_6 H_4 \end{matrix} + Hg_2O + H_2O$$

d. h. das Oxydationsprodukt wäre ein bis jetzt unbekanntes Diphenylortho-azo-phenylen.

Wegen Mangel an Triphenylhydrazin konnte die genaue Identifizierung dieses Körpers vorläufig nicht durchgeführt werden.

### II. Einwirkung des gelben Blutlaugensalzes auf Methylphenyldiazoniumsalze.

Methylphenyldiazoniumsalze werden durch gelbes Blutlaugensalz in ganz derselben Weise zersetzt.

1) Das ortho-Methylphenyldiazoniumchlorid verwandelt sich in ortho-Dimethyldiphenyl-azo-ortho-methylphenyl:

$$C_6 H_4 (CH_3) . C_6 H_3 (CH_3) N : N . C_6 H_4 (CH_3),$$

eine rotgefärbte, gut kristallisierte Verbindung vom Schmelzp. 104°.

| | erhalten | berechnet für $C_{21} H_{20} N_2$ |
|---|---|---|
| C | 83·96% | 84·00% |
| H | 6·79% | 6·66% |
| N | 9·24% | 9·33% |

In der Mutterlauge bleibt nach dem Auskristallisieren des Körpers $C_{21} H_{20} N_2$, ein rotes, nicht näher untersuchtes Öl zurück.

2) Das Methyl-para-phenyldiazoniumchlorid verwandelt sich in para-Dimethyldiphenyl-azo-para-methylphenyl, eine dunkelrot gefärbte Verbindung vom Schmelzp. 118°

| | |
|---|---|
| C | 83·96% |
| H | 6·93% |
| N | 9·40% |

In der Mutterlauge bleibt wieder ein rotgefärbtes Öl zurück. Die Verarbeitung dieses Öles durch Reduktion führte wegen der sehr raschen Oxydation des Reduktionsproduktes zu keinem Resultate.

c) Das Methyl-meta-phenyldiazoniumchlorid liefert bei der Einwirkung des gelben Blutlaugensalzes einen salbenartigen Niederschlag. Nach dem Extrahieren mit Ligroin und Abdampfen der Lösung bleibt als Rückstand ein braunes Öl, das auch bei sehr langem Aufbewahren nicht erstarrt. Das Öl wurde destilliert. Das Destillationsprodukt stellt ein dunkles zähes Öl dar, das sich in Benzol sehr leicht löst. Aus dieser benzolischen Lösung wird durch Chlorwasserstoff ein Niederschlag des Chlorhydrates gefällt, der nach dem Umkristallisieren silberweiße Tafeln bildet.

| | |
|---|---|
| C | 72·55% |
| H | 7·54% |
| M | 5·82% |
| Cl | 14·71% |

Die Daten entsprechen ungefähr der Formel $C_{15}H_{18}N.Cl$, welche erfordert:

| | |
|---|---|
| C | 72·72% |
| H | 7·27% |
| N | 5·65% |
| Cl | 14·34% |

Über die Natur dieses Chlorhydrates ist vorläufig nichts näheres bekannt, jedenfalls verläuft die Reaktion zwischen Methyl-meta-phenyldiazoniumchlorid anders als mit den isomeren ortho- und para-Derivaten.

Das Ziel der weiterer Untersuchungen wid sein, diese Verschiedenheit zu erklären.

Anal. Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule in Krakau.

---

23. M. K. CIESIELSKI. **O kilku pochodnych p-ksylylu.** ***(Über einige Derivate des p-Xylylcyanids).*** (*Sur quelques dérivés de p-Xylylnitrile*). Mémoire présenté par M. Br. Radziszewski m. t.

Die organischen Cyanide erregten immer ein großes Interesse, da sie infolge ihrer Beschaffenheit leicht verschiedenen chemischen Einwirkungen unterliegen. Die Ursache liegt in der Struktur der

Cyan-gruppe — C≡N. welche auf ähnliche Weise wie ungesättigte Verbindungen sehr leicht Additionsprodukte gibt.

Das von Radziszewski und Wispek[1]) erhaltene p-Xylylcyanid wurde nicht näher untersucht.

Der Anregung des Herrn Prof. Br. Radziszewski folgend, unterwarf ich dieses Cyanid der Einwirkung des Schwefelwasserstoffes und des Wasserstoffes.

Ich fühle mich veranlaßt, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Br. Radziszewski den herzlichsten Dank für das Thema und seinen wertvollen Rat auszusprechen.

Vom p-Xylol ausgehend, erhielt ich nach Radziszewski[2]) durch Einwirkung von Brom auf p-Xylol-Dämpfe, das p-Xylylbromid, welches nach der Reinigung einen kristallinischen festen Körper bildet, der bei 31° C schmilzt und bei 218—220° C siedet. Durch Einwirkung von Cyankalium[3]) auf das p-Xylylbromid erhielt ich ein Cyanid[4]) vom spezifischen Gewichte 0·9922 bei 22° C, welches bei +18° kristallisiert.

Bei der Reinigung des Cyanids habe ich zwei Nebenprodukte erhalten, die bei 250°—260° C und 260°—270° C sieden. Diese beiden Körper lösen sich in Äther, doch von dem ersten (der bei 250° — 260° siedet) blieb ein Teil ungelöst, der Körper (der bei 260°—270° siedet) löste sich vollständig. Da ich diese Körper nur in sehr geringem Quantum erhalten habe, konnte ich sie nicht näher untersuchen.

### Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf p-Xylylcyanid.

p-Tolylazetylthioamid $CH_3 H_6 H_4 CH_2 . CS . NH_2$. Das Cyanid unterwarf ich der Einwirkung des Schwefelwasserstoffes, nach Berntsen[5]) indem ich einen Schwefelwasserstoffstrom durch die alkoholisch-ammoniakalische Lösung des Cyanides leitete.

Eine achtstündige Einwirkung des starken Stromes ergab kein, eine vierundzwanzigstündige Einwirkung nur ein geringes Resultat, erst nach 72 stündiger Einwirkung mit langsamem Strome war das Resultat befriedigend. Nach Abdampfen des Alkohols schied

[1]) Ber. d. d. chem. Gesell. 15. 1743.

[2]) Ber. d. d. chem. Gesell. 15. 1743.

[3]) Monatsheft 9. 854.

[4]) Ber. d. d. chem. Gesell. 18. 1280.

[5]) Ann. f. Chem. u. Pharm. 184. 290.

sich aus der Lösung p-Tolylazetylthioamid, welcher nach mehrfacher Umkristallisierung aus Alkohol einen farblosen kristallinischen Körper von starkem Seidenglanze bildet.

Derselbe schmilzt bei 113°—114° C und löst sich in Wasser, Alkohol und Äther auf. Am schönsten kristallisiert er aus Alkohol aus.

Schwefelbestimmung: 0·0931 gr Substanz gab 0·1380 gr $BaSO_4$, was 20·37% S. entspricht und 0·0929 gr Substanz gab 0·1361 gr, was 20·02% S. entspricht; theoretisch 19·41% S.

Diesen Überschuß an Schwefel kann man durch langsame Zersetzung des Thioamids erklären, bei welcher sich der Schwefel ausscheidet; bei jedem Umkristallisieren aus Alkohol blieb nämlich auf dem Filter ein wenig Schwefel haften, und die Kristalle erschienen, mikroskopisch untersucht, wie mit gelbem Staub bedeckt. Andere Zersetzungsprodukte konnte ich nicht wahrnehmen.

### Reduktion des p-Xylylcyanids.

p-Tolyläthylamin $CH_3.C_6H_4CH_3.CH_2.NH_2$. Die Einwirkung des Wasserstoffes in *statu nascendi* auf das Cyanid führte ich durch direkte Wirkung des Natriums auf die Lösung des Cyanides in absolutem Alkohol [1]) durch. Nach der Reaktion unterwarf ich das Produkt der üblichen Reinigung. Das Produkt ist eine ölige Flüssigkeit, welche sehr leicht $CO_2$ aus der Luft anzieht, und bei 214·5° C siedet. Das spezifische Gewicht beträgt bei 14° C. 0·9342. Der Brechugskoeffizient (mit Abbe'schem Refraktometer bestimmt) beträgt 1·5240 bei 18° C, die daraus berechnete Molekular-Refraktion beträgt 44·27, statt der theoretisch berechneten 44·71.

p-Tolyläthylaminchlorhydrat $CH_3C_6H_4C_2H_5\text{-}NH_2HCl$ ist ein fester farbloser Körper, kristallisiert in glänzenden Blättchen, welche bei 216°—217° C schmelzen. Er ist in Wasser und Alkohol löslich.

Chlorbestimmung: 0·1634 gr Substanz gaben 0·1384 AgCl d. i. 20·93% Cl statt der theoretisch berechneten 20·65%.

Chlorplatinat $(CH_3C_6H_4C_2H_5-NH_2HCl)_2PtCl_4$ habe ich durch Einwirkung des Platinchlorides auf die wässerige Lösung

[1]) Ber. d. d. chem. Gesell. 18 a. 1149.
" " " " 18 b. 2959.

des Chlorhydrates in der Form von gelben kleinen Blättchen erhalten, welche sich bei 230° C zersetzten.

Platinbestimmung: 0·1144 gr Substanz gaben 0·03618 Pt, was 31·62% statt 32·10% Pt entspricht.

Sulfat $CH_3 C_6 H_4 C_2 H_5 NH_2 H_2 SO_4$. Das Erhalten des Sulfates ist mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, da es in Alkohol und Wasser sehr leicht löslich ist und unter der Einwirkung der Schwefelsäure einer Zersetzung unterliegt. Es ist ein weißer kristallinischer Körper der aus Wasser in Nadeln, aus Alkohol in Blättchen sich ausscheidet.

0·1327 gr Substanz gab 0·1288 gr $BaSO_4$ d. i. 13·39% S statt 13·75%.

### Einwirkung der salpetrigen Säure auf das p-Tolyläthylamin.

Ich habe nach mehrmaligem Fraktionieren zwei größere Fraktionen erhalten, die bei 217°—218° C und bei 220°—221° C siedeten. Wegen der so naheliegenden Siedepunkte konnte ich die beiden Alkohole nicht ganz rein erhaten.

Die bei 217°-218° C siedende Fraktion wurde in Jodit[1]) umgewandelt und dann über $AgNO_2$ destilliert[2]).

Das Produkt gab, mit $KNO_2$, KOH versetzt, mit Wasser geschüttelt und mit $H_2SO_4$ versetzt, eine bläuliche Färbung, die für die sekundären Alkohole charakteristisch ist.

Es bildet eine farblose ölige Flüssigkeit von angenehmem starkem Geruch; ihr spezifisches Gewicht bei 22° C ist 0·9972. Der Brechungskoeffizient beträgt 1·5253, die daraus berechnete Molekularrefraktion 41·72 bei 22·5° C statt der theoretischen 41·76.

Analyse: 0·16521 gr Substanz gab 0·48137 $CO_2$, was 79·47% C ergibt, statt 79·34% und 0·17084 $H_2O$, was 11·49% H entspricht, anstatt 11·75%.

Der andere bei 220°—221° C siedende Körper wurde derselben Reaktion unterworfen und zeigte durch rötliche Färbung die Anwesenheit eines primären Alkohols.

Es ist dies auch eine farblose ölige Flüssigkeit von änlichem Geruche wie die erste. Ihr spezifisches Gewicht ist bei 22° C

[1]) Ann. f. Chem. und Pharm. 126. 250.

[2]) Ann. f. Chem. und Pharm. 180. 133.

0·99928, Brechungskoeffizient 1·5232 und die daraus berechnete Molekularrefraktion 41·60 bei 22·5° statt der theoretischen 41·76.

Analyse: 0·18245 gr Substanz gab 0·53204 gr $CO_2$ was 79·53% C, theoretisch 79·34% entspricht; und 0·19718 $H_2O$ — 12·07% H statt theoretisch 11·75%.

Die Bildung eines entsprechenden ungesättigten Kohlenwasserstoffes, welcher gewöhnlich bei dieser Reaktion entsteht, konnte ich nicht konstatieren.

Lemberg. Chem. Institut. d. Universität.

---

24. M. E. BLUMENFELD. **O orto-tolyloetylaminie.** ***(Über das ortho-Tolyläthylamin).*** (*Sur o-toluéthylamine*). Mémoire présenté par M. Br. Radziszewski m. t.

Der Verfasser erhielt durch Einwirkung von Wasserstoff *in statu nasc.* auf o-Xylylcyanid [1]) das ortho-Tolyläthylamin.

15 g o-Xylylcyanid wurden in 160 ccm absoluten Alkohol gelöst und die Lösung nach und nach mit 18 g in Scheiben zerschnittenen Natrium versetzt. Sobald sich die Reaktion verlangsamte, wurde sie durch Erwärmen beschleunigt.

Das Reaktionsprodukt, welches eine gelblich-rot Farbe besitzt, wurde mit Wasser versetzt, der regenerierte Alkohol abdestilliert und nachher der Kolbeninhalt einer Destillation mit Wasserdampf unterworfen, wobei man das Destillat in salzsäurehältiges Wasser leitet. Das aus chlorwasserstoffsaurem o-Tolyläthylamin bestehende Produkt wird mit Natriumhydrat versetzt und die sich abscheidende Base mit Äther extrahiert. Die durch Destillation gereinigte Base stellt eine bei 215·5°—217° C siedende, farblose Flüssigkeit (von einem an das Trimethylamin erinnernden Geruch) dar, von spez. Gew. bei 18° C = 0·9615.

Der Brechungsexponent des Produktes ist $n_D = 1·527$, die berechnete Molekularrefraktion 43·21 (die theoretische 43·743).

Als Nebenprodukte erhielt ich aus dem von der Reaktionsmischung abdestillierten Alkohol o-Xylol und aus der Flüssigkeit, aus der die Base mit Wasserdämpfen vertrieben worden war, o-Tolylessigsäure.

[1]) Ber. XVIII. p. 1281.

Während also die Hauptreaktion gemäß der Gleichung:

$$CH_3 . C_6H_4 . CH_2 . CN + 2H_2 = CH_3 . C_6H_4 . CH_2 . CH_2 . NH_2,$$

verlief, wurde ein Teil des o-Xylylcyanids nach der Gleichung:

$$CH_3 . C_6H_4 . CH_2 . CN + H_2 = CH_3 . C_6H_4 . CH_3 + HCN$$

zersetzt, während der andere Teil nach der Formel:

$$CH_3 . C_6H_4 . CH_2 . CN + 2H_2O = CH_3 . C_6H_4 . CH_2 . COOH + NH_3$$

verseift wurde, was auch der Ammoniakgeruch bestätigt, der während wie auch nach der Reaktion wahrnehmbar war.

Das salzsaure Salz $C_9H_{13}N . HCl$, erhalten durch Einwirkung von Salzsäure auf eine alkoholische Lösung der Base, stellt nach dem Umkristallisieren weiße, glänzende Tafeln dar, die in Wasser sehr leicht löslich, in Alkohol löslich, in Chloroform und Ligroin schwer löslich und die in Äther fast unlöslich sind. Schmelzp. 227°—228° C.

0·2209 g der Substanz gaben 0·1827 g AgCl.

Gefunden: Cl — 20·41%;

berechnet für $C_9H_{14}NCl$ : Cl — 20·65%.

Das Platindoppelsalz des o-Tolyläthylamins

$$(C_9H_{13}N . HCl)_2 PtCl_4$$

fällt aus wäßriger Lösung des salzsauren Salzes der Base auf Zusatz von Platinchloridlösung als goldgelbe Nadeln aus und wird aus heißem Wasser umkristallisiert. Beim Erwärmen färbt es sich dunkel und zersetzt sich. Schwer löslich in kaltem, leicht dagegen in heißem Wasser.

0·1352 g der Substanz gaben 0·0384 g Pt.

Gefunden: Pt — 28·40%;

berechnet für $C_{18}H_{28}N_2Cl_6Pt$ : Pt — 28·65%.

Das schwefelsaure Salz der Base $C_9H_{13}N . H_2SO_4$ bildet weiße, glänzende Tafeln, die leicht in Wasser, in Alkohol schwer löslich sind. Über 200° C erhitzt, zersetzt es sich unter Schwärzung.

0·2532 g Substanz gaben 0·2468 g $BaSO_4$.

Gefunden: S — 13·38%;

berechnet für $C_9H_{15}N . SO_4$ : S — 13·74%.

o-Tolyläthyldiazetamid $CH_3 . C_6H_4 . CH_2 . CH_2 . N(C_2H_3O)_2$ wird durch 4-stündiges Erhitzen von 5 g Eisessig mit 5 g o-Tolyläthylamin erhalten. Man entfernt aus dem Reaktionsprodukte die Essigsäure durch Destillation und Auswaschen mit kaltem Wasser

und kristallisiert die ausgeschiedenen Kristalle aus heißem Ligroin um. Das Produkt bildet weiße Nadeln, welche in Alkohol, Äther und Benzol sehr leicht löslich in Benzoin und Ligroin schwer löslich, in Wasser unlöslich sind und deren Schmelzp. 53° C ist.

0·2453 g der Substanz gaben 13·85 ccm N ($t = 16^0$, $p = 737$ mm).

Gefunden: N — 6·38%;

berechnet für $C_{13}H_{17}NO_2$ : N — 6·40%.

Di-o-tolyläthylthioharnstoff

$(CH_3 . C_6H_4 . CH_2 . CH_2 . NH)_2 . CS$

Zu einer Lösung von 5 g o-Tolyläthylamin in 25 g absoluten Alkohol werden 5 g Schwefelkohlenstoff gegeben und das Ganze am Rückflußkühler so lange in Siedehitze erhalten, bis kein Schwefelwasserstoff mehr entweicht. Die Reaktion verläuft nach der Gleichung:

$$2CH_3 . C_6H_4 . CH_2 . CH_2 . NH_2 + CS_2 = CS\,(HN . C_9H_{11})_2 + H_2S.$$

Nach 15 Stunden ist die Reaktion beendet; man entfernt nun durch Destillation den Überschuß an Schwefelkohlenstoff und Alkohol und kristallisiert die erhaltenen Kristalle aus heißem Alkohol um. Das Produkt bildet in Wasser unlösliche, in kaltem Alkohol schwer, in heißem leicht lösliche Kristalle, deren Schmelzp. 113·5° C ist.

0·1518 g Substanz gaben 12·7 ccm N ($t = 17^0$, $p = 741$ mm).

Gefunden: N — 9·40%;

berechnet für $C_{19}H_{24}N_2S$ : N — 8·98%.

Lemberg. Aus dem chem. Universitätslaboratorium des Herrn Prof. Radziszewski.

---

25. M. T. NOWOSIELSKI. **O kondenzacyi piperylu z aldehydem benzoesowym i amoniakiem.** *(Über die Kondensation des Piperils mit Benzaldehyd und Ammoniak).* (*Sur la condensation du pipérile avec l'aldehyde benzoique et l'ammoniaque*). Mémoire présenté par M. Br. Radziszewski m. t.

Durch Kondensation der Orthodiketone mit Aldehyden und Ammoniak wurden viele Glyoxalinderivate gebildet.

Auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Br. Radziszewski unternahm der Verf. Untersuchungen, ob auch Piperil mit Benzaldehyd und Ammoniak unter Bildung eines Glyoxalinderivates reagiert.

Es war umso interessanter, ein solches Derivat darzustellen, da Piperil in mancher Beziehung vom Benzil verschieden ist: (Einwirkung von Natronlauge und Salpetersäure (Ann. 308. 1, 11, s. auch w.)

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildete das nach Perkins Methode dargestellte Piperonoïn (Ann. 289. 324).

100 gr Piperonal werden in 400 gr Alkoh. (50%) gelöst, mit 40 gr Cyankalium versetzt und am Rückflußkühler über dem Wasserbade 4 Stunden lang gekocht. Das nach dem Erkalten abgeschiedene gelbe Rohprodukt wird nach sorgfältigem Abfiltrieren an der Saugpumpe mit gleichem Vol. Äther zerrieben, abgesaugt und am Filter nochmals mit wenig Äther nachgewaschen. Ausbeute ca. 55%. Für die Bearbeitung auf Piperil bedarf es keiner Umkristallisation. Aus den Laugen scheidet sich nach dem Einengen ein rötlich-gelbes Öl aus, das destilliert gegen 15% des zur Reaktion benutzten Piperonals gibt.

In der Hoffnung, Piperil durch vorsichtige Oxydation des Piperonoïns durch Salpetersäure zu erhalten, wurden 10 gr trockenes Piperonoïn in einem flachen Gefäße unter Kühlung mit Wasser mit 100 gr Salpetersäure (Sp. G. 1·4) versetzt. Nach 48 Stunden schied sich am Boden ein gelber Körper in Krusten aus, der aus $\frac{2}{3}$ Benzol- und $\frac{1}{3}$ Alkoholmischung umkristallisiert wurde; seine Zusammensetzung weist auf die des Dinitropiperils: $(C_7 H_2O CO_2 H_2)_2 (NO_2)_2$ hin. Die Oxydation durch verdünnte Salpetersaüre bei höherer Temp. ergab dasselbe Resultat.

Die Darstellung des Piperils erfolgte nach dem von Biltz und Wienands angegebenen Verfahren (Ann. 308. 1). Am besten löst man 30 gr Piperonoïn in 500 gr Alkoh.; die siedende Lösung versetzt man allmählich mit ca. 500 cm der Fehling'schen Lsg. und erwärmt am siedenden Wasserbade solange, bis fast der ganze Alkohol abgedampft ist. Den nach dem Erkalten abgeschiedenen Niederschlag wäscht man mit Wasser nach und filtriert ihn an der Saugpumpe vollständig ab. Sodann wird er mehrmals mit einer Benzol-Alkoholmischung ausgekocht, aus der sich Piperil in gut ausgebildeten Kristallen ausscheidet. Ausb. ca. 95%.

Piperilbenzolin:

$$CH_2 = O_2 = C_6 H_3 (C_3 N_2 H) \begin{cases} C_6 H_3 = O_2 = CH_2 \\ C_6 H_5 \end{cases}$$

20 gr Piperil und 6 gr Benzaldehyd wurden in 2600 gr Alkohol (rein) gelöst und mit trockenem Ammoniakstrome 20 Stunden lang in 60—70° C gesättigt; die Temperatur der Lösung wurde dann immer

mehr erniedrigt und mit dem Sättigen solange fortgefahren, bis sich aus der kalten Lösung keine Piperilkristalle mehr ausschieden (ca. 20 Stunden). Aus der an kühlem Orte aufbewahrten Flüssigkeit schied sich nach zwei Tagen eine unbeträchtliche Menge von glänzenden, farblosen Blättern aus. Stark eigeengt, schied die Flüssigkeit einen bräunlichen Kristallbrei aus, der an der Saugpumpe abfiltriert, mit Alkohol nachgewaschen, aus Benzol, dann aus einer einer Benzolalkoholmischung, zuletzt aus Alkohol umkristallisiert wurde. Reines Piperilbenzolin kristallisiert in farblosen mikroskopischen Täfelchen oder seidenartigen langen Nadeln vom Schmp. 251—253° C. Ähnlich wie Lophin und andere Glyoxalinhomologe oxydiert Piperilbenzolin in alkoholischer Kalilauge durch den Luftsauerstoff unter Bildung von zwei entsprechenden Säuren und Ammoniak; es zeigt auch in hohem Grade die Eigenschaft, bei dieser Oxydation zu leuchten. Als Oxydations- und Zerfallprodukte wurden Benzoesäure, Piperonylsäure und Ammoniak nachgewiesen.

Zur Bestätigung der basischen Natur des Piperilbenzolins wurden Verbindungen mit Salzsäure und Platinchlorid dargestellt.

Salzsaueres Piperilbenzolin: $C_{23}H_{16}O_4N_2HCl$ wurde aus der in der Wärme gesättigten alkoholischen Lösung des Pipbenz. in Gestalt von weißen mikroskopischen Nädelchen ausgefällt und aus absolutem Alkohol umkristallisiert.

Salzsaures Pipbenz.-Platinchlorid $(C_{23}H_{16}O_4N_2HCl)_2PtCl_4$ scheidet sich aus einer warmen mit Salzsäure angesäuerten, mit Platinchlorid versetzten alkoholischen Lösung des Pipbenz., als tiefgelber kristallinischer Niederschlag.

Demnach ist Piperilbenzolin als ein neues Glied der trisubstituierten Glyoxaline zu betrachten, und zwar als ein solches Glyoxalin, in dem zwei Wasserstoffatome durch die Methoxyphenylgruppen und das dritte durch die Phenylgruppe vertreten sind.

Lemberg. Prof. Radziszewski's Universitäts-Laboratorium.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

25 Maja 1906.

# PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poetarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV. Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes, — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wislocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674. ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — **102** k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno **MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.**

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — **72** k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ułanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ułanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ułanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — **170** k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, **41** vol. **319** planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol I. II. IV. V. épuisés). — **274** k. **50** h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., **12** livraisons (64 planches) (à suivre). — **114** k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — **125** k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, **10** cartes et **106** gravures). — 32 k.

---

**Świętek J.**, »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« (*Les populations riveraines de la Raba en Galicie*), in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« (*Histoire de l'infanterie polonaise*), in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — **15** k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897 **13**. k.

---

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. (1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

Nº 5. MAI 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
## DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER
## DER
# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
## IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.




CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1906.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

**Nº 5.** **Mai** **1906.**



## 26. SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DE L'ACADÉMIE DU 12 MAI 1906.

S. E. M. Julien Dunajewski, Vice-Protecteur de l'Académie, ouvre la séance au nom de Son Altesse Impériale et Royale, l'archiduc Francois Ferdinand d'Este, Protecteur de l'Académie.

Le Président, S. E. le comte Stanslas Tarnowski, prononce ensuite une brève allocution.

Le Secrétaire Général, M. Boleslas Ulanowski donne lecture du compte-rendu des travaux de l'Académie pendant l'année écoulée. Il annonce qu'à l'assemblée plénière tenue le 11 mai, l'Académie a élu membre titulaire de la Classe de philologie, M. Joseph Kallenbach, professeur à l'université de Léopol.

M. Stanislas Smolka, en une conférence applaudie raconte: *„La jeunesse de Lubecki"*.

Enfin le Serétaire général proclame les noms des lauréats de 1906.

Le prix Barczewski, de 2250 couronnes, à attribuer au meilleur ouvrage historique, est décerné à M. Thadée Wojciechowski pour son livre: *„Esquisses historiques sur le XI-e siècle"*.

Le même prix de 2250 pour la peinture est décerné à M. Stanislas Wyspiański pour ses: *„Dix études de paysages"*.

Enfin le prix Jonathan Warszauer, destiné à récompenser le

meilleur travail polonais dans le domaine des sciences médicales, est obtenu par M. Alfred Sokołowski de Varsovie, pour son ouvrage en trois volumes: *„Conférences cliniques sur les affections des voies respiratoires“*.

La veille de la Séance publique, c'est-à-dire le 11 mai, avait eu lieu la séance plénière administrative semestrielle.

---

## Séance du lundi 7 Mai 1906.

Présidence de M. N. CYBULSKI.

27. M. ED. JANCZEWSKI m. t. **Gatunki rodzaju Ribes L. III. Podrodzaj Grossularioides, Grossularia et Berisia.** ***(Species generis Ribes L. III Subgenera Grossularioides, Grossularia et Berisia).***

Pour finir l'énumération des espèces du genre Groseiller[1]), nous exposons, dans cette partie de notre travail, les trois sous-genres qui n'ont pas été traités dans les deux précédentes. Les deux premiers, *Grossularioides* et *Grossularia*, ne nous ont fait connaître aucune espèce nouvelle; un bon nombre de celles, adoptées par bien des auteurs, ne nous a pas même paru sortir du rang de variétés plus ou moins caractéristiques. Le troisième, *Berisia*, presque exclusivement asiatique, renferme au contraire quelques espèces entièrement inconnues ou confondues avec d'autres, plus communes.

### **Grossularioides**, nob.

Arbrisseaux piquants, peu élevés, ne dépassant pas 1 m. Scions armés d'aiguillons de deux sortes: nodaux en nombre impair, 1—7,

[1]) Janczewski E. Species gen. Ribes, pars I in Bull. Acad. des Sciences Cracovie 1905 pag. 755, pars II ibid. 1906 pag. 1.

Nous sommes loin de croire que notre énumération embrasse toutes les espèces qui font partie de ce genre. Des nouvelles sont certainement à trouver dans les montagnes de l'Asie centrale et dans les Andes de l'Amérique méridionale, moins explorées que les autres pays.

et internodaux plus faibles, plus ou moins nombreux, disséminés. Hypoderme constitué de quatre assises lignifiées. Glandes sécrétant une substance soluble dans l'eau, non aromatique, portées souvent sur des soies distinctes. Bourgeons petits, ovoïdes, couverts d'écailles papyracées. Feuilles caduques, petites, rarement presque moyennes, 3—5-fides ou lobées, cordées à la base. Grappe normale, petite ou moyenne, réclinée ou presque pendante, laxiflore. Pédicelles développés, rarement bractéolés. Fleur bisexuée, légèrement protérandre, pelviforme, carnée, blanchâtre ou rougeâtre. Réceptacle pentagonal, coloré, même pourpre. Sépales étalés, arrondis ou spatulés. Pétales larges, flabelliformes ou même en croissant, insérés aux angles du réceptacle. Étamines insérées plus profondément; anthères renversées après l'anthèse. Style biparti. Ovaire pyriforme, hérissé de soies glanduleuses. Fruit rond, assez petit, noir ou rouge, acidulé, semé de soies gl., couronné de la fleur marcescente ouverte. Graines assez petites. Germination lente, après 7—10 mois. Cotylédons ovoïdes, glabres ou un peu ciliés auprès du pétiole.

Patrie: Amérique du nord et Asie orientale. En tout 2 espèces.

1. **R. lacustre,** Poiret, 1812. — America septentrionalis, ab Oceano Atlantico (Terra nova) usque ad Pacificum (California: altit. 2000 m.: Washington); Asia septentr.-orientalis: Sachalin, Mandchuria littoralis (Sinus Hadchi). — *R. horridum* Ruprecht. — Baccae nigrae fine mensis Iulii maturescunt. Colitur in hortis nonnullis.

2. **R. lentum** (Jones), Coville & Rose, 1902. — America septentr.-occidentalis, in montibus: Colorado, Utah, Wyoming, Washington, California, Nevada, Arizona: altit. 2400—3600 m. — *R. lacustre parvulum* et *R. l. molle*, A. Gray; *R. montigenum*, Mc Clatchie. — Frutex noster coloradensis baccas non profert.

Differt a praecedente racemis brevioribus, florum forma et colore, baccis rubris.

## **Grossularia,** A. Richard.

Arbrisseaux piquants, peu élevés, de 1—1½ m., rarement plus forts, jusqu'à 3 ou 4 m. Scions armés d'aiguillons, ordinairement de deux sortes: nodaux impairs, 1—3, rarement 5—7, quelquefois très vigoureux, et internodaux bien plus faibles, sétiformes, disséminés,

ou nuls. Hypoderme constitué de 4 assises lignifiées. Glandes petites, cristallines ou visqueuses, quelquefois portées sur des soies distinctes, offrant toutes les formes de passage aux aiguillons sétiformes. Bourgeons ovoïdes, petits, rarement allongés et pointus, couverts d'écailles scarieuses. Feuilles petites, rarement presque moyennes, lobées ou plus profondement disséquées, toujours caduques, quelquefois subcoriaces. Grappe courte, pauciflore. Pédicelles quelquefois bractéolés, mais toujours réduits à une petite excroissance, ordinairement remplacés par le pédoncule de l'ovaire. Fleur bisexuée, protérogyne ou protérandre, petite ou assez grande, à sépales presque toujours réfléchis pendant l'anthèse, ensuite se contractant en mèche. Réceptacle cupuliforme, tubuleux, turbiné ou urcéolé, souvent pubescent à l'intérieur excepté le fond. Sépales libres, réfléchis ou recourbés, rarement étalés ou dressés pendant l'anthèse. Pétales plus petits, rarement subégaux aux sépales, ligulés, spatulés ou flabelliformes, plats, convexes ou concaves, quelquefois involutés ou convolutés, parfois fermant l'orifice du réceptacle. Étamines insérées, comme les pétales, sur le bord du réceptacle, égalant les pétales ou les sépales, même les dépassant considérablement. Anthères obtuses, quelquefois terminées par une petite fossette nectarienne, ou glanduleuses sur le dos, plus rarement sagittées, pointues. Style plus ou moins profondément bifide, quelquefois au sommet seulement, souvent pubescent. Ovaire glabre ou pubescent, même hérissé de soies glanduleuses ou d'aiguillons, presque toujours pédonculé. Fruit petit, moyen ou gros, habituellement rond, souvent pruineux, glabre, glanduleux-hispide ou hérissé de piquants, vert, pâle, jaunâtre, pourpre ou noir, pour la plupart comestible. Graines moyennes. Germination lente, après quelques mois ou un an. Cotylédons ovoïdes, ciliés. Jeune plante hérissée d'aiguillons.

Patrie: Amérique du nord (20 espèces), Asie (5), Europe et Afrique du nord (1). En tout 26 espèces. Nous divisons le sous-genre en deux sections bien naturelles:

I. *Robsonia* (Berlandier). Fleurs protérogynes, assez grandes; pétales convolutés, involutés, rarement convexes; anthères sagittées ou obtuses, dans ce cas presque toujours glanduleuses sur le dos — 7 espèces.

II. *Eugrossularia* (Engler). Fleurs protérogynes ou protérandres, plus petites; pétales plats ou concaves; anthères obtuses, quelquefois nectarifères — 19 espèces.

## I. **Robsonia** (Berlandier) nob.

1. **R. speciosum,** Pursh, 1814. — America septentr.-occident.: California occident., Oregon meridion. — Frutex in nostris hortis non proveniens; in calidario floret copiosissime mense Martio, Aprili et Majo, sed baccas rarissime profert.

2. **R. Lobbii,** A. Gray, 1876. — America septentr.-occident.: California septentr. (altit. 1200 m), Oregon, Washington, insula Van Couver. — Frutex in fruticetis non rarus, sed ad culturam difficilis.

3. **R. Marshallii,** Greene, 1887. — America septentr.-occident.: in montibus Californiae septentr. (Trinity, Marble) altit. 2000 m. (Chandler Nr. 1549 in herb. nostro).

Species optima, receptaculo breviore, petalis cochleatis, non convolutis, antheris angustioribus, minus glandulosis, ovario aculeato a praecedente bene distincta.

4. **R. Menziesii,** Pursh, 1814. — America septentr.-occident.: in montibus Californiae occidentalis. — *R. subvestitum*, Hooker & Arnott (Baker Nr. 279). — Frutex robustus, sed baccas rarissime producens; cultura eius difficilis. — *R. Victoris*, Greene (Baker Nr. 2915, Hall Nr. 4806, in herb. nostro) pro varietate eius albiflora, *R. amarum* Mc Clatchie (Baker Nr. 4064) pro minus aculeata habemus.

Species ab omnibus affinibus, ramulis saepissime aculeatissimis, foliis viscosis, floribus glandulosis, baccis glanduloso-hispidis, perfecte distincta.

5. **R. amictum,** Greene, 1887. — America septentr.-occident.: in montibus Californiae orient. (Sierra Nevada) et merid. (San Antonio); altit. 1000—2500 m.

6. **R. cruentum,** Greene, 1899. — America septentr.-occident.: in montibus Californiae occident. (Coast Range) et Oregon merid.; altit. 2000—2300 m. — Frutex abunde florens; baccae maiores, aculeatae, mense Augusto maturescunt.

Species praecedenti simillima, sed non pubescens et bracteis caducis distincta. Nonne varietas eius?

7. **R. occidentale,** Hooker et Arnott, 1840. — America septentr.-occident.: in collinis Californiae occidentalis, altit. 200 m. — *R. californicum* auct. americ. — *R. hesperium*, Mc Clatchie (Baker Nr. 4063), varietas macropetala ejus videtur.

Differt a praecedentibus floribus minoribus, staminibus sepala

aequantibus v. superantibus, bacca dense aculeata, florescentia praecoci (mense Januario in California meridionali).

### II. **Eugrossularia** (Engler) nob.

8. **R. pinetorum,** Greene, 1880. — America septentrionalis, in montibus altioribus Arizonae et New Mexico. — Frutex non rarus in hortis; baccas maturas non vidimus.

9. **R. Watsonianum,** Koehne, 1893. — America septentrion.-occident.: in montibus altioribus Californiae septentr. (Trinity Summit), Oregon et Washington (Mons Paddo, altit. 2000 m). — *R. ambiguum*, Watson, non Maximowicz. — Baccae dense aculeatae mense Augusto maturescunt et decidunt.

10. **R. burejense,** Fr. Schmidt, 1868. — Asia septentrion.-orient.: in montibus Coreae sept., Mandchuriae, Mongoliae oriental., Chen-si septentr. — Baccas maturas non habuimus.

11. **R. aciculare,** Smith, 1819. — Asia septentrionalis et centralis: in montibus Saian, Altai, Tarbaga-tai, Thian-chan, Ala-tau. — Baccae medio et extremo mense Iulio apud nos maturescunt.

12. **R. stenocarpum,** Maximowicz, 1881. — Asia centralis: in montibus prov. Kan-su orient. (Przewalski), Chen-si sept. (RP. Giraldi Nr. 522, 523). — Baccae fruticis e Kan-su glabrae, vitreae, extremo Iulio et mense Augusto maturescunt.

13. **R. alpestre,** Decaisne, 1844. — Asia centralis: in montibus altioribus prov.: Hupeh, Yun-nan, Se-tchuen, Thibet, Afghanistan, Himalaya; altit. 2500—2700 m. — *R. grossularia*, Wallich, non L. — Frutex noster Setchuensis, floret mense Maio.

14. **R. grossularioides,** Maximowicz, 1874. — Asia orientalis: Nippon, altit. 500 m. (RP. Faurie).

Species rara in herbariis, a praecedenti floribus maioribus, bacca obovata, glabra, racemo longiore, bene distincta.

15. **R. microphyllum,** Kunth in HB., 1823. — America septentrionalis, in montibus altioribus Mexico et Guatemalae, altit. 3250 m.

16. **R. brachyanthum** (A. Gray), Card, 1898. — America septentrion.-occident.: California oriental. et merid., Nevada, Utah, alt. 1700—2800 m.

Differt a praecedenti praecipue stylo breviore, apice bifido, ovario dense pubescenti (*R. velutinum*, Greene) aut glanduloso (*R. leptanthum var. brachyanthum*, A. Gray).

17. **R. leptanthum**, A. Gray, 1849. — America septentrion.-occident.: in montibus Californiae, Oregon, Arizonae, N. Mexico, Colorado, Wyoming; altit. 1400—2300 m. — Frutex noster Coloradensis flores albos, antheras purpureas, baccas nigras, sessiles, caducas (mense Julio maturescentes) profert.

Differt a *R. brachyantho* stylo longiore, ovario glabro, a *R. microphyllo* stylo apice fisso, ab utroque antheris non nectariiferis.

18. **R. setosum**, Lindley, 1829. — America septentrionalis: Washington, Wyoming, Dakota, Nebraska, Saskatchawan, praecipue in montibus Scopulosis. — Contra descriptionem Lindleyanam, baccas glaberrimas, nunquam setosas, observavimus.

19. **R. niveum**, Lindley, 1835. — America septentrion.-occident.: Washington, Idaho, Oregon. — Baccae sub finem mensis Iulii maturescunt.

20. **R. curvatum**, Small, 1896. — America septentrion.-orient.: Montes Stone in Georgia. — Baccas maturas (glandulosas) non habuimus.

21. **R. rotundifolium**, Michaux, 1803. — America septentrionalis: Minnesota, Missouri et aliae prov. vicinae.

22. **R. divaricatum**, Douglas, 1830. — America septentrion.-occident.: California occidentalis, Oregon, Washington, insula Van Couver. — Frutex statura variabili; specimina Californica saepe aculeatissima (*R. villosum*, Nuttall). — Baccae constanter nigrae, pruinosae, mense Iulio maturescentes.

23. **R. gracile**, Michaux, 1803. — America septentrion.-orient.: Mitchigan, Illinois et aliae prov. — Baccae medio mense Julio maturescentes, caducae.

Species habitu *R. rotundifolio* similis, sub eius nomine in hortis Europaeis culta, sed florum forma ac structura omnino distincta.

24. **R. oxyacanthoides**, Linne, 1753. — America septentrionalis: ab Oceano Atlantico usque ad Californiam oriental. (Montes Sierra Nevada) et Washington. — *R. hirtellum* Michaux; *R. irriguum* Douglas; *R. leucoderme* Heller.

Frutex statura et florum forma variabilibus; baccae tamen sub finem Iunii v. Iulio maturescentes eiusdem saporis et coloris.

25. **R. cynosbati**, Linne, 1753. — America septentrionalis, ab Oceano Atlantico (Carolina, N. York) usque ad montes Scopulosos. — Baccae aculeatae sub finem mensis Iulii v. Augusto apud nos maturescunt.

26. **R. grossularia,** Linne 1753. — Europa, Caucasus, Africa septentrionalis (Montes Atlas). — Frutices nostri ad duas varietates pertinent: *α vulgare* (Spach) ovario setuloso-glanduloso vel glabro, *β uva crispa* (L.) ovario pubescenti.

## Formae hybridae.

a. **R. utile,** nob. *(cynosbati × grossularia).* Frutex divaricatus: ramulis longis, arcuatis; aculeis nodalibus simplicibus; foliis parvulis, nitidis, subcoriaceis, 3—5-lobis, basi-truncatis; racemis brevibus (4—9 mm), bifloris; floribus pallidis, subpubescentibus, receptaculo aeque longo ac lato, intus pubescenti, sepalis reflexis, petalis parvis, flabelliformibus, albis, staminibus inclinatis, quam petala duplo longioribus, polline mixto, cum granulis 25% perfectis, stylo pubescenti, bifido, ovario rotundato, pedunculato, glabro; bacca maiore, purpurascenti, eduli, sub finem mensis Iulii maturescenti. Culta in hortis sub nom. *Mountain Gooseberry.* — Ex horto Maurer.

b. **R. rusticum,** nob. (*grossularia β uva crispa × oxyacanthoides*). Frutex divaricatus: ramulis arcuatis; aculeis nodalibus 1—3, aliis setiformibus dispersis; foliis parvulis, 3—5-lobis, basi-truncatis v. subcordatis, subtus pubescentibus; racemis brevibus (4—6 mm), bi-trifloris; floribus pallidis pubescentibus, receptaculo latiore quam longo, intus pubescenti, sepalis reflexis, petalis quam sepala duplo brevioribus, spathulatis, subglabris, albis, staminibus sepala aequantibus, polline mixto, cum granulis 50% perfectis, stylo pubescenti, bifido, ovario pedunculato, pubescenti; bacca maiore, purpurea, eduli, sub finem mensis Iulii maturescenti. — Culta in hortis sub nom. *Cluster Seedling.* — Ex horto Späth.

c. **R. innominatum,** nob. (*divaricatum × grossularia*). Frutex elatior; ramulis rigidis; aculeis nodalibus 1—3 validis, ad 18 mm longis; foliis parvulis, 3—5-lobis, subpubescentibus; racemis brevibus (5—10 mm), 1—3 floris; floribus castaneo-purpureis, pubescentibus, receptaculo hemisphaerico, intus pubescenti, sepalis reflexis, ligulatis, petalis quam sepala subduplo ($^2/_5$) brevioribus, albis, subflabelliformibus, staminibus sepala aequantibus, polline mixto, cum granulis 50% perfectis, stylo pubescenti, bifido, ovario breviter pedunculato, glabro v. pubescenti; bacca minore, purpurea, vix pruinosa, dulcedula, eduli, sub finem mensis Iulii maturescenti. — E fruticeto Späth (Ribes Nr. 1 a, Nr. 3).

d. **R. arcuatum,** nob. (*divaricatum?* × *gracile*). Frutex divaricatus: ramulis elongatis arcuatis; aculeis nodalibus simplicibus, saepe deficientibus, parvis; foliis parvulis, 3—5-lobis, basi rotundatis v. truncatis; racemis brevibus (10 mm), 2—3 floris; floribus pallidis, receptaculo turbinato intus pubescenti, sepalis ligulatis subreflexis, petalis albis subflabelliformibus, quam sepala subduplo ($^2/_5$) brevioribus, staminibus sepala superantibus; polline mixto, cum granulis 40% fertilibus, stylo pubescenti, profunde ($^2/_3$) bifido, ovario pyriformi, glabro, pedunculo elongato; bacca atropurpurea, pruinosa, medio mense Iulio maturescenti.

Frutex robustior, sed *R. gracili* similis; propter formam floris, pollen mixtum et baccas non caducas non pro varietate eius sed pro forma hybrida habemus.

e. **R. robustum,** nob. (*niveum*×*oxyacanthoides*). Frutex robustus, elatus: ramis aculeis nodalibus 1—3, (non raro deficientibus) et saepe setiformibus dispersis armatis; foliis mediocribus, 3—5-lobis, basi cordatis v. subcordatis, subpubescentibus; racemis ad 2 cm longis, 3—5-floris; floribus roseo-albidis, receptaculo paullo latiore quam longo, intus pubescenti, sepalis per anthesim initio explanatis, postremum reflexis, petalis quam sepala triplo brevioribus, erectis, subflabelliformibus, staminibus quam sepala sesqui-longioribus, filamentis et antheris pilis nonnullis munitis, polline bono, cum granulis 5—10% sterilibus, stylo pubescenti bifido, ovario glabro, brevipedunculato (3 mm); bacca mediocri, nigra, pruinosa, acidula, sub finem mensis Iunii et Iulio maturescenti. — Frutex medium inter parentes tenens, sub nomine *R. robusti* ex horto Kewensi acceptus.

f. **R. succirubrum,** Zabel, 1895 (*niveum* ♀ × *divaricatum* ♂). Frutex robustus, elatus; ramulis aculeis nodalibus 1—3, validis et longis (15 mm) armatis; foliis parvulis v. mediocribus, 3—5-lobis, basi truncatis v. subcordatis, subglabris; racemis ad 2 cm longis, 2—4 floris; floribus laete roseis, receptaculo aeque longo ac lato, intus pubescenti, sepalis ligulatis, reflexis, petalis eis triplo brevioribus, subflabelliformibus, albis, erectis, staminibus quam sepala sesqui-longioribus, filamentis et antheris pilis paucis munitis, polline mixto, granula 40% perfecta continenti, stylo pubescenti, bifido, ovario glabro, pedunculo 4—8 mm longo; bacca mediocri, nigra, pruinosa, ácidula, medio mense Iulio maturescenti. — Frutex me-

dius inter parentes, ab H. Zabel anno 1888 productus et in progenie secunda a prima nulla re distinctus.

---

## **Berisia**, Spach.

Arbrissaux dioïques, habituellement inermes, plus ou moins élevés, depuis 0·2 jusqu'à 4 m. Dans les espèces épineuses, les aiguillons nodaux sont en nombre de deux, un de chaque côté du pétiole, les internodaux plus petits, disséminés. Glandes cristallines ou visqueuses, subsessiles, stipitées ou terminant des soies distinctes. Bourgeons assez petits, ovoïdes, ou plus grands, allongés, même aigus; écailles scarieuses. Scions (plutôt brindilles) quelquefois portant 2—4 feuilles au sommet, tandis que les autres sont remplacées par des écailles. Feuilles différentes comme dimensions et forme, quelquefois indivises, même coriaces et persistantes. Grappes érigées, petites ou moyennes, les ♂ plus longues et plus riches que les ♀. Bractéoles nulles. Fleur ♂ petite ou moyenne, rotacée, pelviforme ou turbinée, pourpre, rouge ou pâle, d'un jaune verdâtre. Sépales toujours libres. Pétales très petits. Anthères arrondies. Ovaire réduit à un pédoncule aussi mince que le pédicelle, se dilatant un peu auprès de la fleur et contenant un canal étroit — cavité ovarienne — sans trace d'ovules. Fleur ♀ ordinairement beaucoup plus petite, à anthères plus maigres, subsessiles, avec loges vides. Fruit petit ou moyen, écarlate, rouge ou noir, glabre, rarement glanduleux, même hispide. Graines moyennes ou grandes. Germination rélativement hâtive, commençant dans 15—20 jours.

Patrie: Asie, excepté deux espèces, l'une européene, l'autre en partie européenne, mais surtout asiatique. Les Berisia peuvent être divisées en 3 sections, parfaitement naturelles, bien caracterisées par les organes de végétation:

I *Diacantha,* arbrisseaux armés d'aiguillons, quelquefois subinermes dans la vieillesse;

II *Euberisia,* arbrisseaux absolument inermes, à scions portant des feuilles sur toute leur longueur;

III *Davidia,* arbrisseaux inermes, à brindilles portant, seulement au sommet, 2—4 feuilles indivises, elliptiques.

## I. Diacantha, nob.

1. **R. diacantha,** Pallas, 1788. — Asia septentr. a montibus Tian-chan et Turkestano usque ad Coream. — Plantae nostrae ♂, ♀; fructus mense Iulio maturescunt.

2. **R. pulchellum,** Turczaninow, 1832. — Transbaicalia et China septentr. — ♂, ♀, fr. — Plantae nostrae e monte „Zwonkij-kamień" in Transbaicalia, natae 1904, nondum floruerunt.

3. **R. Giraldii,** nob. Frutex, ut videtur, minor: ramulis hornotinis tenuibus, arcuatis, aculeatis, pubescentibus et glandulosis; glandulis pedicellatis, rubris, viscosis; foliis parvis, 3—5 lobatis, lobo medio productiore, basi truncatis v. subcordatis, pubescentibus, glandulosis; racemis ♂ elongatis (7 cm), laxifloris (20), pedicellis pedunculisque elongatis, setuloso-glandulosis; floribus pallidis parvis, subpelviformibus, pubescentibus, receptaculo hemisphaerico, extrinsecus glanduloso, sepalis ligulatis, petalis minutis, staminibus brevibus, antheris ovato-rotundatis, stylo bifido; racemis fructiferis brevibus; baccis parvis, rotundatis, coccineis, glanduloso-hispidulis, brevipedunculatis, annulo carnoso sub flore marcescenti munitis. — China septentr. (Chen-si). — ♂, fr. — (RP. Giraldi Nr. 3777, 3779, 3780, 3701 in herb. Biondi). — Planta nostra nondum floruit.

Differt a *R. pulchello* ramis tenuioribus, pubescentibus, foliis minoribus, pubescentibus, glandulis viscosis, racemo ♂ laxiore, fructu glanduloso-hispidulo.

## II. Euberisia, nob.

4. **R. orientale,** Desfontaines, 1809. — Graecia, Caucasus (alt. 1100 m), Asia occidentalis (Libanon, alt. 1700—1900 m) et centralis (Himalaya, alt. 3500—4500 m) usque ad Altai. — ♂, ♀, fr. — Plantae nostrae Libanae (*R. resinosum,* Sims?), natae 1904, et Alatavicae (*R. heterotrichum,* C. A. Meyer), natae 1903, nondum floruerunt; Caucasicae (?) ♂, ♀.

5. **R. alpinum,** Linné, 1753. — In montibus et collinis Europae, ab Hispania sept. usque ad Scandinaviam, Caucasum et Armeniam. — Frutex ♂ ac ♀ in nostris hortis communis; fructus mense Iulio maturescunt.

6. **R. distans,** nob. — Asia orient.: Mandchuria, Corea, Japonia, alt. 500 m. — *R. alpinum β mandchuricum* et *γ japonicum,* Maxi-

mowicz. — *R. Maximowiczii*, Komarow, non Batalin. — Plantae nostrae var. *α manchuricae* humiles (60 cm), fructus medio mense Augusto maturescunt.

Differt a *R. alpino* statura humili, gemmis angustioribus et acutioribus, racemis floribusque minoribus, foliis latioribus, basi cordatis, subacuminatis.

7. **R. Vilmorini,** nob. Frutex bimetralis; cortice pallido, gemmis minutis, ramulis novellis rubescentibus, glabris; foliis parvis 3—5-fidis, basi cordatis v. truncatis; racemis ♂ valde brevibus (0·5—2 cm), 5—13-floris, bracteis deciduis; floribus minutis, subrotatis, viridulis, receptaculo plano, pallido, sepalis ovatis, petalis minutissimis, filamentis rubris, antheris albis, stylo apice bifido; racemis ♀ brevissimis (0·5—1·5 cm), 2—8 floris, floribus minutissimis, ovario ovato; baccis rotundis. — Thibet orientale (semina a RP. Soulié 1902 collecta). Planta Yunnanensis a RP. Delavay, in altit. 3400 m. in statu fructifero collecta (Nr. 4690 in herb. Paris) ad hanc speciem pertinet. — Frutices nostri, e seminibus Thibetanis a M. Vilmorino missis, 1903 nati, floruerunt 1906.

Species ab aliis Berisiis evolutione maxime serotina, gemmarum atque foliorum forma valde distincta, in statu florifero nondum collecta.

8. **R. tenue,** nob. Frutex humilis; ramulis novellis tenuibus, rubescentibus, glabris; foliis 3—5-lobis v. 3—5-fidis, basi subcordatis, lobis acutiusculis; racemis ♂ mediocribus (2·5—5 cm), 12—20-floris; floribus parvis, rotatis, fusco-rubris, brevi-pedicellatis, sepalis ligulatis, trinerviis, petalis parvis, antheris roseo-albidis, filamentis purpureis, stylo purpurascenti, apice bifido; racemis ♀ brevioribus (2—2·5 cm), laxifloris (5—10); floribus minoribus, ovario glabro; baccis parvis, nigris (?). — Asia centralis: Chen-si, Hupeh, Se-tchuen, Thibet, Sikkim, altit. 3500—4000 m. (RP. Farges Nr. 59, RP. Giraldi Nr. 7159, Clarke Nr. 35698, Wilson Nr. 90, 315, 315 a, 520, 520 a) — Planta nostra ♂ incertae originis; aliae juveniles, e fructibus nigris, Thibetanicis 1905 natae.

Differt a *R. distanti* gemmarum ac foliorum forma, racemis longioribus, floribus maioribus, rubris, ab aliis Berisiis evolutione valde praecoci aliisque notis.

9. **R. coeleste,** nob. Frutex robustior; foliis parvis rotundatis, 3—5-lobis, basi cordatis, subglabris v. pubescentibus; racemis ♂ mediocribus (3—5 cm), 15—20-floris, bracteis angustis, ciliatis; flo-

ribus parvulis, subrotatis, purpureis, pedicellatis, sepalis ligulatis, tribus nervis ramosis munitis, petalis parvis, stylo bifido, pedunculo pubescenti; racemis fructiferis brevioribus (1·5—2 cm), baccis nigris (?), glabris. — Asia centralis: Se-tchuen (RP. Farges Nr. 533 in herb. Paris), Chen-si (RP. Giraldi Nr. 3775, 7162 in herb. Biondi).

Differt a *R. tenui* ramulis crassioribus, racemis latioribus, floribus et baccis maioribus, bracteis setulis glanduliferis marginatis.

10. **R. acuminatum,** Wallich, 1824. — Asia centralis, a montibus Himalaya (Sikkim altit. 2700 m) usque ad Hupeh et Chen-si. ♂, ♀, fr. — *R. glaciale* Hooker fil. & Thomson. — *R. desmocarpum*, Hooker fil. & Thomson, e montibus Himalaya, altit. 3500 m., nil est nisi varietas huius speciei.

Species foliis maioribus et latioribus, racemis longioribus, ab omnibus Berisiis facile distincta.

11. **R. glaciale,** Wallich, 1824. — Asia centralis, a montibus Himalaya usque ad Chen-si et Yun-nan (altit. 2800 m), — ♂, ♀, fr. — Fructus nostrae plantae ♀ Nepalensis medio mense Iulio maturescunt.

12. **R. luridum,** Hooker fil. & Thomson, 1858. — Montes Himalaya, altit 3000—4000 m. — ♂, ♀, fr. — Planta nostra Nepalensis ♂, Thibetica 1904 nata.

Differt a *R. glaciali* foliis latioribus, lobis non acutis, racemis longioribus, floribus ♂ perfecte turbinatis, atro-purpureis, bacca nigra.

13. **R. laciniatum,** Hooker fil. & Thomson, 1858. — Montes Himalaya: Bhotan, Sikkim, altit. 3000—4000 m. Plantae nostrae Sikkimenses 1904 natae, nondum floruerunt.

Species dubia, *R. glaciali* affinis, a quo differt foliis opacis profundius dissectis, lobis acutissimis, profunde dentatis.

14. **R. Rosthornii,** Diels, 1901. — China meridionalis: Se-tchuen (Nan-chuan). — fr. — (Bock & von Rosthorn Nr. 1930 in herb. Christian.). — Descriptio manca.

15. **R. Maximowiczii,** Batalin (non Komarow), 1890. — China centralis: Kansu orient. — fr. — (Potanin 1885 in herb. Petropolit. et Paris.).

Flores ♂ ignoti; species fructibus dense glanduloso-hispidis et foliorum forma valde distincta, nescio an ad subgen. Berisia referenda.

### III. **Davidia**, nob.

16. **R. Davidi,** Franchet, 1886. — China merid.: Thibet orient., Se-tchuen. — ♂, fr. — (in herb. Paris et Christian.).

17. **R. Henryi,** Franchet, 1898. — China merid.: Se-tchuen, Hupeh. — fr. — (Henry Nr. 8941 in herb. Paris. et Berolin.).

## Appendice.

L'examen des herbiers que nous n'avons pas connus il y a quelques mois, et la floraison de quelques nouvelles plantes de notre collection, nous ont permis de caractériser quelques formes inconnues, appartenant aux sous-genres précédemment exposés. Pour compléter notre énumération, nous joignons ici leurs diagnoses.

### Subgenus **Parilla**, Sectio II **Andina**.

**R. macrostachyum,** nob. — Frutex ut videtur robustus: ramulis hornotinis setoso-glandulosis, non pubescentibus; foliis maioribus, rotundatis, lobatis, basi subcordatis v. cordatis, glabris, glandulis minutis conspersis, petiolo setoso-glanduloso; racemis ♀ longis (15 cm), multifloris (50), pubescentibus, bracteis linearibus, pedicellis brevibus (2 mm), densissime pubescentibus, bracteolatis; floribus parvis, turbinatis (?), densissime pubescentibus, petalis conspicuis, staminibus quam petala brevioribus, antheris ovatis nectariiferis, ovario densissime pubescenti, stylo bifido petala aequanti. — Peruvia, in Andibus Chacapoyas (Mathews in herb. Delessert).

Species *R. leptostachyo* setarum longitudine (2 mm) similis, sed foliorum magnitudine et antheris nectariiferis bene distincta.

### Subgenus **Ribesia.**

15. **R. Meyeri,** Maximowicz, 1874. — In montibus Asiae centralis: Chugnan, Thian-chan, Ala-tau, Tangut. — Frutex noster floruit 1906.

Species *R. himalayensi* valde affinis, sed floribus subcylindricis, staminibus profundius quam petala insertis, stylo stamina superante, sepalis subaequali bene distincta.

× **R. futurum,** nob. (*vulgare macrocarpum* ♀ × *Warszewiczii* ♂). Frutex robustus: foliis 3—5 lobis, subglabris; racemis

pendulis, elongatis (4—7 cm), 8—12 floris; floribus subpelviformibus, carneis, receptaculo subpelviformi, non lobato, sepalis concolore, annulo subpentagonali paulo prominenti munito, sepalis rotundatis, petalis parvis, staminibus brevibus, antheris latis, post anthesim papilionatis, ovario rotundato, vertice horizontali, stylo brevi, bifido.

Planta praegnatione facticia 1903 producta, inter parentes media. Floruit 1906, sub finem mensis Aprilis.

### Subgenus **Coreosma.**

× **R. Saundersii,** nob. (*hudsonianum* ♀ × *nigrum* ♂). Frutex minor: foliis 3—5 lobis, lobis acutiusculis, infra glanduloso-punctatis; racemis patentibus v. paullo adscendentibus, brevibus ($2^1/_2$—4 cm), 8—12 floris, bracteis triangularibus minutissimis, pedicellis elongatis (3—6 mm); floribus breviter campanulatis, glandulosis, initio roseis, postea albidis, sepalis patentibus, convexis, utrinque pubescentibus, petalis subconvexis, spatulato-rotundatis, albis, staminibus petala aequantibus, antheris nectariiferis, polline mixto, multa granula fertilia (40%) continenti, ovario pyriformi, glanduloso, vertice ovarii elevato, calloso, stylo inter stigmata fisso; bacca rotundata.

Planta e seminibus *R. hudsoniani* in horto Saundersiano (Ottawa) 1903 lectis educata, inter parentes media. Floruit 1906 sub finem mensis Aprilis.

---

29. M. G. BOHN et Mlle A. DRZEWINA. **Porównawcze działanie wody morskiej i roztworów soli na larwy Płazów.** ***(De l'action comparée de l'eau de mer et des solutions salines sur les larves des Batraciens).*** Mémoire présenté par M. M. Siedlecki m. c.

Parmi les divers facteurs intervenant au cours du développement chez les animaux aquatiques, les variations du milieu environnant, la concentration plus ou moins grande de celui-ci, jouent incontestablement un rôle très considérable. L'addition d'une petite quantité de sel de cuisine à l'eau dans laquelle se trouvent des oeufs d'Amphibiens trouble d'une manière sensible le développement normal de ceux-ci et entraîne la formation d'embryons monstrueux. Aussi plusieurs biologistes se sont-ils attachés au problème de l'influence des solutions salines sur le développement et grâce à des

méthodes précises ils sont arrivés à établir un certain rapport entre la nature du sel employé et le mode de réaction de l'oeuf.

L'influence des solutions de NaCl sur le développement des Batraciens a été étudiée avec beaucoup de soin par Hertwig[1]; cet auteur plonge les oeufs de *Rana fusca* et de *R. esculenta,* une heure environ après la fécondation, dans des solutions de NaCl à 0·5, 0·6, 0·7, 0·8, 0·9 et 1 p. 100. Il constate que les solutions au-dessus de 0·6 p. 100 retardent la segmentation de l'oeuf qui ne se développe pas au delà du stade gastrula; dans la solution à 1 p. 100, l'oeuf est tué dès le début de la segmentation. Dans la solution à 0·6 p. 100, les embryons meurent dans l'oeuf au bout de 6 jours présentant des anomalies particulières: anencéphalie, courbure du corps etc.

Gurwitsch[2]) reprend cette étude sur une série beaucoup plus vaste; il opère, entre autres, avec des sels halogènes très actifs, tels que LiCl. Toutes les solutions employées (NaCl, NaBr, NaI, LiCl) sont toxiques pour le plasma de l'oeuf; dans certaines concentrations, celui-ci est tué dès le début de la segmentation; dans des solutions faibles, il évolue jusqu'à un certain point, mais en présentant des monstruosités caractéristiques.

D'autre part, Wilson[3]) en étudiant l'influence des solutions salines sur les oeufs d'*Amblystoma punctatum,* de *Rana temporaria* et de *Chorophilus triseriatus,* arrive à la conclusion que les solutions salines simples aussi bien que les mélanges exercent, suivant leur concentration, une action *inhibitrice* plus ou moins prononcée sur le développement. Celle-ci est d'autant plus intense que le développement de l'espèce s'effectue plus rapidement; chez les espèces à développement lent *(Chorophilus),* l'action immédiate est faible, mais l'effet final par contre est plus intense: tous les oeufs meurent à une certaine période. Sur des oeufs d'une même espèce, mais à différents stades de développement, l'action de la solution est d'autant plus intense que le stade est plus avancé. Pour Mor-

[1]) Die Entwickelung des Froscheies unter dem Einfluß schwächerer und stärkerer Kochsalzlösungen. *Archiv f. mikrosk. Anat.,* Bd. XLIV, p. 285, 1895.

[2]) Über die formative Wirkung des veränderten chemischen Mediums auf die embryonale Entwickelung. *Archiv f. Entwickelungsmech.,* Bd. III, p. 219, 1896.

[3]) Experiments on the early development of the Amphibian Embryo under the influence of Ringer and salt-solutions, *Archiv f. Entwickelungsmech.,* Bd. V, p. 615, 1898.

gan.[1]) également, l'action de la solution dépend, du moins en partie, du stade évolutif de l'oeuf.

Il paraît ainsi établi qu'au cours du développement de l'oeuf des Batraciens l'influence des chlorures dissous se fait sentir d'une manière plus intense à certains moments qu'à d'autres; il y aurait de véritables périodes critiques pour l'embryon se développant dans un milieu anormal. D'après Mme Rondeau-Luzeau [2]), la gastrulation est une première période critique pour l'embryon; une seconde période, plus critique, est celle de l'évolution du canal neural; souvent les anomalies n'ont lieu qu'à ce moment. Une troisième période critique, moins importante que les deux premières, est celle de la sortie de l'oeuf. Mme Rondeau-Luzeau, on le voit, a poursuivi ses recherches sur l'action des chlorures au delà des stades morula et gastrula qui, presque seuls, font le sujet des études des auteurs précités. Les indications cependant qu'elle fournit au sujet des embryons éclos sont peu nombreuses; il est aussi à regretter que l'auteur n'ait pas fait de distinction nette entre „embryon" et „têtard", comme si ces deux termes étaient synonymes, de sorte que l'on ne sait pas au juste de quels stades il s'agit effectivement. Mme Rondeau-Luzeau a étudié l'action tératogène de quatre chlorures qui sont, par ordre de valeurs tératogènes croissantes: $NaCl$, $MgCl^2$, $CaCl^2$, $KCl$, $LiCl$.

Plus récemment, Jenkinson [3]) reprenant l'étude des solutions salines et autres confirme une fois de plus l'action inhibitrice de celles-ci sur le développement des oeufs des Grenouilles.

---

Dans toutes ces études relatives à l'action de diverses solutions sur l'oeuf, une question capitale préoccupe surtout les auteurs: l'influence sur l'oeuf des substances dissoutes dans l'eau est-elle due à l'action purement physique, autrement dit à l'hypertonicité de la so-

[1]) The Relation between normal and abnormal development of the embryo of the Frog, as determinated by the effect of Lithium Chloride in solution. *Archiv f. Entwickelungsmech.*, Bd. XVI, p. 691, 1903.

[2]) Action des chlorures en dissolution sur le développement des oeufs de Batraciens. Thèse. Paris, 1902.

[3]) The effect of solutions of salt and other substances on the development of the Frog. *Report of the 73 Meet. of the British Assoc. for the Advanc. of Science*, p. 693, 1904.

lution, ou plutôt à une action chimique, caractéristique pour le sel employé? La question est plus compliquée qu'on ne le croirait au premier abord. Il est hors de doute que la pression osmotique du milieu est un agent de premier ordre dans le développement de l'oeuf[1]; il paraît cependant, d'autre part, et c'est là l'opinion de Gurwitsch, de Morgan, de Jenkinson et d'autres, qu'il y a toujours lieu de tenir compte de l'action spécifique des ions métalliques puisque le mode de réaction de l'oeuf n'est pas le même dans des solutions isotoniques des divers sels. D'ailleurs Stockard[2]) en opérant sur les oeufs de *Fundulus heteroclitus* a constaté que Li Cl, en dissolution dans l'eau de mer, exerce sur les oeufs de ce poisson une action tératogène; or, la même action s'observe quand ce sel est dissous dans de l'eau douce. Ce n'est donc pas la pression osmotique (hyper- et hypotonicité) mais l'action chimique du sel employé qui intervient dans le cas présent.

Quoi qu'il en soit de l'action spécifique des solutions salines, il est facile à voir d'après l'aperçu historique que nous venons de tracer que le problème de l'influence des solutions salines sur le développement des Batraciens a été traité par tous les auteurs d'une manière un peu trop unilatérale, pour ainsi dire. S'inspirant du travail de Hertwig, ils ont tous cherché à déterminer l'action d'un tel ou d'un tel autre sel sur les premiers stades du développement; les doses employées sont toujours relativement très fortes et entraînent soit la mort de l'oeuf, soit des monstruosités; les conclusions sont peu variées: toujours la solution saline a une action inhibitrice sur le développement; celui-ci est plus ou moins anormal, la mort survient plus ou moins rapidement.

Ceci ne diminue nullement l'importance des travaux précités; les résultats obtenus par Hertwig, Gurwitsch, Wilson, ... plaident eux-mêmes leur cause. Il nous a paru seulement qu'en étendant le champ des recherches à des stades larvaires plus avancés, qu'en employant des solutions plus faibles afin de ne pas entraver d'une façon si meurtrière la marche du développement, qu'en s'adressant enfin à un mélange de sels, non plus artificiel, mais naturel, tel

[1]) Voir à ce sujet: Bataillon, *Archiv f. Entwickelungsmech.*, Bd. XI, XII, XVIII.

[2]) The development of Fundulus heteroclitus in solutions of Lithium Chlorid. *Journ. of Experiment. Zoology*, Vol. III, p. 99, 1906.

qu'il nous est fourni par l'eau de mer, nous pouvions espérer obtenir des résultats intéressants. C'est surtout l'action de l'eau de mer que nous avons cherché à établir. Certes, la méthode est dans ce cas moins rigoureuse peut-être, que quand on opère avec un sel isolé, chimiquement pur, dilué dans une quantité déterminée d'eau distillée, mais elle offre du moins un avantage qui, au point de vue biologique, n'est pas sans importance: c'est qu'on fait intervenir un facteur qui a joué, au cours du développement phylogénétique de l'espèce, un rôle incontestable. D'ailleurs, les résultats obtenus ont justifié nos prévisions.

---

Méthode d'expérimentation. Nous avons opéré sur les deux espèces des Grenouilles qui vivent communément dans les mares des environs de Paris, la *Rana temporaria* et la *R. esculenta*, et qui offrent un contraste assez marqué dans leur développement. Chez la première, le développement embryonnaire se fait en grande partie en dehors de l'oeuf et est assez lent: après l'éclosion, l'embryon, qui paraît inerte, se déplace uniquement par les mouvements ciliaires; les mouvements musculaires n'apparaissent guère que le 3-e jour; les branchies continuent à se développer et atteignent le maximum de développement vers le 5-e jour; l'operculisation commence et la transformation en têtard (larve cryptobranche à bec corné) s'achève au bout d'une dizaine de jours. De l'oeuf de la *Rana esculenta*, sort au contraire un embryon déjà muni de branchies, peu développées d'ailleurs, qui nage et qui ne tarde pas à se transformer en têtard.

Nous avons noté avec soin les divers stades sur lesquels nous faisions agir les solutions salines, et nous avons mesuré les têtards à intervalles réguliers, en notant la longueur totale, $l$, celle du corps, $c$, de la queue, $q$, ainsi que la largeur maxima du corps, $c'$.

$$l\,(c \times c' + q).$$

Nous avons placé les animaux d'expérience dans les salles de notre laboratoire, à température sensiblement constante: 10 à 14° pour les embryons de *R. temporaria*, 16 à 18° pour les têtards de *R. temporaria* et pour les embryons de *R. esculenta*; la seconde espèce se développe en effet plus tard que l'autre et dans des eaux plus chaudes, ce qui peut expliquer peut-être le développement plus condensé. On doit surtout à Bataillon d'avoir montré l'influence

très grande de la température dans l'action des solutions salines sur le développement des Batraciens.

Nous avons laissé les embryons en présence des coques des oeufs jusqu'à la transformation en têtards, car, dans ces conditions, celle-ci se fait plus lentement et d'une façon plus régulière. Immédiatement après, nous les avons nourris avec des branches de cresson; les têtards mangent d'abord les racines et ensuite les feuilles à mesure qu'elles pourrissent; dans quelques lots, nous avons remplacé cette nourriture par de la viande ou du jaune d'oeuf de poule, ou encore du sucre de canne en dissolution.

L'action comparée de divers sels a été toujours étudiée sur des oeufs provenant de la même ponte, partagée en plusieurs lots sensiblement égaux (en général, une centaine d'individus, quelquefois 40 ou 20, suivant les séries) et placés dans des cuvettes en verre, dans une masse d'eau d'un litre, à l'abri de la lumière solaire directe. Chaque ponte est désignée par une lettre spéciale. Nous avons renouvelé l'eau des solutions assez fréquemment, pour éviter l'asphyxie et les fermentations, tous les 4 jours à peu près.

Nous avons établi les solutions de la manière suivante: Notre point de départ a été une solution de $NaCl$ contenant 1 gr de ce sel pur par litre. Des solutions isotoniques de celle-ci ont été faites avec l'eau de mer et autres sels ($KCl$, $CaCl^2$). Les poids de $KCl$ et de $CaCl^2$ ont été calculés en appliquant la formule:

$$\frac{p'}{p} = \frac{M'}{M} \times \frac{k}{k'}$$

$M$ étant le poids moléculaire, $k$ le coéfficient isotonique ($NaCl = 58{\cdot}5$; $KCl = 74{\cdot}5$; $CaCl^2 = 110$; $k = 1{\cdot}5$ pour les deux premier sels, $= 2{\cdot}15$ pour $CaCl^2$); nous avons donc dissous 1 gr 27 de $KCl$ par litre, et 1 gr 31 de $CaCl^2$. La solution isotonique d'eau de mer contient 30 cc de cette eau pour 1000 du mélange, soit un 1 gr 09 de sel marin par litre.

Nous avons désigné sous le n° 1 toutes ces solutions salines isotoniques, et nous avons établi une échelle de 8 solutions (n° 1 à n° 8) dont les concentrations sont entre elles comme les nombres:

1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 : 8.

Les solutions au-dessus du n° 8 (environ $\frac{1}{4}$ d'eau de mer pour $\frac{3}{4}$ d'eau douce) entraînent la mort assez rapidement.

L'eau douce de nos expériences est l'eau de la Vanne, eau de source distribuée à Paris; l'eau de mer nous était expédiée d'Arcachon. Nous n'avons pas jugé nécessaire de faire des analyses précises de ces eaux, car nous croyons qu'une grande rigueur à cet égard n'est souvent qu'illusoire, du moment qu'on opère sur des êtres vivants qui modifient à tout instant la composition chimique du milieu.

Avec l'eau distillée elle-même on n'obtient pas toujours des phénomènes analogues. Comme l'a constaté Ringer[1]), les embryons et les têtards ne tardent pas à mourir dans cette eau. Les oeufs cependant continuent à se développer, et éclosent parfaitement bien. ce qui est la preuve que l'eau est suffisamment aérée. Le 12 avril nous avons mis des oeufs de *Rana esculenta* dans l'eau distillée; le 13, après éclosion, tous les embryons sont morts sauf les 6 derniers éclos, qui ont continué à vivre un certain temps. Il paraît donc qu'au contact des coques des oeufs l'eau distillée a perdu un peu de sa toxicité.

Il nous semble intéressant de rapprocher ce fait de ceux mis en évidence tout récemment par Stockard[2]) au sujet du développement dans l'eau douce du *Fundulus heteroclitus*. Les oeufs de ce poisson peuvent évoluer dans l'eau douce, mais selon la qualité de cette eau (Cold Spring Harbor ou Wood Hole) le corps se déforme ou non à l'intérieur de la coque de l'oeuf, et un plus ou moins grand nombre d'embryons meurent avant l'éclosion qui est retardée; ceux qui éclosent ne peuvent survivre dans l'eau douce.

Action de l'eau de mer. Nous allons décrire d'une façon un peu détaillée nos observations concernant l'action de l'eau de mer diluée sur les embryons des Grenouilles. Si nous insistons sur les détails, c'est d'une part pour mieux faire ressortir l'action propre et tout à fait particulière de l'eau de mer, et d'autre part pour faciliter dans la suite l'exposé des faits relatifs à l'action de diverses autres solutions salines.

Pour nos premières observations nous nous sommes servis de pontes de *Rana temporaria*, qui se sont faites les 13, 14, 15 et 16

[1]) The Influence of saline media on the Tadpole. *Archiv f. Entwickelungsmech.*, p. 423, 1894—5).

[2]) loc. cit.

mars (1906) dans un grand aquarium d'un laboratoire de la Sorbonne. A un moment donné, les pontes ont été isolées pour être placées dans des cristallisoirs. L'éclosion à eu lieu du 23 au 26 mars; la transformation des embryons en têtards du 3 au 6 avril.

Série I. Nous réunissons ici, pour éviter des répétitions, les résultats fournis par les observations portant sur trois pontes de *Rana temporaria,* qui figurent dans nos notes sous les lettres: *A, B, E.* La méthode d'expérimentation a été la même dans les trois cas; les différences ne portent que sur les variations plus ou moins étendues de salinité des solutions employées; les résultats finaux sont absolument concordants.

Donc, le 23 mars, des fragments de ponte, comprenant chacun une centaine environ d'oeufs prêts à éclore, sont mis dans des cristallisoirs, les uns dans l'eau douce et servant de témoins, les autres dans des mélanges de plus en plus concentrés d'eau douce et d'eau de mer: n⁰ 1, n⁰ 2, n⁰ 4, n⁰ 8.

Le premier fait qui a immédiatement attiré notre attention a été celui relatif à l'éclosion. Nous rappelons à ce sujet (voir ci-dessus) que les auteurs qui se sont occupés de l'action des solution salines ($NaCl$, $KCl$, etc.) sur l'oeuf des Batraciens ont toujours constaté l'action inhibitrice de celles-ci et le retard de l'éclosion sous leur influence. Or, dans nos expériences, l'eau de mer diluée, loin d'arrêter l'éclosion, l'a au contraire excitée, et cela non pas proportionnellement à sa concentration, comme ou pourrait le croire: il y a, semble-t-il, un certain *optimum* de concentration, et cet optimum correspond à la concentration n⁰ 4. Voici, en effet, ce qui a eu lieu:

L'éclosion, chez les témoins, à peine commencée le 25, ne s'est faite que le 26. Dans les mélanges d'eau douce et d'eau de mer, on observe des éclosions dès le 24. Le 25 mars, les oeufs placés dans le mélange n⁰ 4 sont tous éclos, tandis qu'il en reste encore un certain nombre de non éclos dans les mélanges n⁰ 1 et n⁰ 2, et un nombre plus considérable dans le mélange n⁰ 8.

Cependant, cette éclosion précoce des embryons ne semble guère être favorable à leur développement ultérieur. Après une période d'activité très grande, après s'être dispersés dans la cuvette au moyen des mouvements ciliaires et s'être développés plus activement que les témoins, presque tous ces embryons sont morts avant d'avoir nagé. Aussi le 30 mars ne restait-il plus qu'un survivant

dans un mélange n⁰ 2 et 16 dans un mélange n⁰ 8, alors que dans les solutions intermédiaires tous les embryons étaient morts sans exception.

Cette survie plus considérable dans le mélange qui contient le plus d'eau de mer est tout à fait frappante, surtout si on la compare avec l'opinion classique que la toxicité d'une solution saline est proportionnelle à son degré de concentration.

Mais si, dans le mélange n⁰ 8, les embryons peuvent traverser la première phase critique, les survivants ne franchissent pas la 2-e phase critique, ils n'arrivent pas à se transformer en têtards. Le 31 mars, alors que les témoins présentent des mouvements de natation rapides et faciles à provoquer et ont des branchies bien apparentes, les survivants du mélange n⁰ 8 sont couchés sur le fond, nagent difficilement et n'ont que de branchies peu développées. Le sort de ces survivants est très curieux et nous y reviendrons dans un instant.

On l'a vu, les embryons placés dans des mélanges d'eau de mer qui ont provoqué, par une action excitatrice, leur éclosion précoce, sont morts. Cette issue fatale, faudrait-il l'attribuer, d'une manière générale, à l'action toxique de l'eau de mer? Nous ne le croyons pas, voici pourquoi:

Les embryons issus de notre ponte *B* ont présenté une vitalité beaucoup plus grande que ceux des autres pontes. Aussi, dans un mélange n⁰ 2, un certain nombre d'individus, tout en étant éclos d'une manière précoce, comme de règle, ont pu échapper à la mort, mais ils étaient fort chétifs. Cependant, ils n'ont pas beaucoup tardé à acquérir une grande activité et, sous l'influence excitante de l'eau de mer, ils se sont mis à croître plus vite que les témoins, de façon à rattraper et à dépasser même ceux-ci. Le 7 avril, après la transformation en têtards, qui s'est accomplie presque simultanément chez les individus du mélange n⁰ 2 et chez les témoins, ces derniers atteignent seulement 14 mm ($5\times3+9$), alors que les têtards à l'eau de mer ont jusqu'à 18 mm ($7\times4+11$).

Ainsi, dans le cas des embryons qui sont arrivés à franchir une certaine phase critique, l'action favorable de l'eau de mer n'a pas tardé à se manifester. L'expérience suivante est tout à fait significative à cet égard:

Série II. Des embryons de *Rana temporaria,* éclos le 24 mars et isolés le 25 (*H*), sont placés dans des mélanges d'eau douce et

d'eau de mer: n° 3, n° 4, n° 5. Comme toujours, un lot sert de témoin. Le 30 mars, les embryons traités à l'eau de mer ont un aspect plus chétif que les témoins et, chose paradoxale en apparence, surtout ceux qui sont dans les mélanges de concentrations les plus faibles. Les mensurations faites le 4 avril, pendant la transformation de nos embryons en têtards, ont fourni les résultats suivants:

| | | |
|---|---|---|
| Eau douce: | 15 mm | $(5 \times 3 + 10)$ |
| Solution n° 3: | 12·5 mm | $(4 \times 2{\cdot}5 + 8{\cdot}5)$ [1] |
| Solution n° 4: | 12·5 mm | $(4 \times 2{\cdot}5 + 8{\cdot}5)$ |
| Solution n° 5: | 15 mm | $(5 \times 3 + 10)$. |

Cependant, quelques jours après, le 8 avril notamment, des mensurations faites sur les têtards, nourris au cresson depuis le 3, montrent que le rapport entre la taille des témoins et celle des têtards à l'eau de mer s'est renversé:

| | | |
|---|---|---|
| Eau douce: | 15 mm | $(5 \times 3 + 10)$ |
| Solution n° 3: | 15 mm | $(5 \times 3 + 10)$ [2] |
| Solution n° 4: | 16 mm | $(5{\cdot}5 \times 4 + 10{\cdot}5)$ |
| Solution n° 5: | 17 mm | $(6 \times 4 + 11)$. |

La comparaison des deux tableaux montre que tandis que les témoins, immédiatement après la transformation en têtards, n'ont pas augmenté de taille, les têtards à l'eau de mer les ont rattrapés et dépassés. L'action favorable de l'eau de mer sur la croissance est donc manifeste.

Mais alors comment expliquer l'action défavorable de la même eau sur les embryons qui viennent d'éclore? Le fait que cette action défavorable s'exerce précisément au moment où l'embryon utilise ses réserves vitellines nous parait indiquer qu'il y a un certain rapport entre les deux phénomènes. Il est possible que l'eau de mer, excitant d'une manière exagérée le développement, rompt l'équilibre entre la partie formative et la partie nutritive de l'embryon. Ceci serait

[1]) Il est à noter que dans la solution n° 3 un tiers des individus présentaient une taille beaucoup moins élevée (9 mm) et offraient des monstruosités caractéristiques; dans la solution n° 4 nous n'avons obtenu qu'un seul monstre. Nous n'insistons pas plus longtemps sur ce fait, car la question des monstres sera reprise plus loin.

[2]) Certains individus de ce lot atteignent la taille de 17 mm; les monstres restent toujours beaucoup plus petits: 9 mm.

à rapprocher des conclusions très intéressantes du travail de Wilson [1]); pour cet auteur, dans les oeufs des Batraciens traités par les solutions salines, ce sont surtout les cellules vitellines qui sont atteintes. Pas conséquent, dit-il, tout développement qui dépend des cellules vitellines est inhibé d'une façon anormale, souvent au point d'entraîner la mort de l'embryon. Pour Wilson, même dans la cellule isolée, les différentes parties sont atteintes inégalement: la substance nutritive passive de la cellule est atteinte d'une manière plus profonde que le protoplasma actif; les figures karyokinétiques ne sont pas altérées.

Il était ainsi à prévoir qu'en traitant par l'eau de mer des larves qui ont déjà résorbé leur vitellus, on pourrait éviter l'effet défavorable du début. C'est ce que montre notre 3-e série d'expériences.

Série III. Des têtards presque formés de *Rana temporaria* (*L*) sont isolés le 4 avril pour être répartis dans des mélanges d'eau de mer et d'eau douce: n⁰ 4, n⁰ 5, n⁰ 6, n⁰ 8. Le 6 avril, il n'y a pas encore des différences sensibles de taille entre les têtards à l'eau de mer et les témoins.

Cependant, l'action favorable de l'eau de mer à une certaine concentration n'a pas tardé à se révéler. Ici encore, comme pour l'éclosion, ce sont les mélanges moyens, n⁰ 4 et surtout n⁰ 5, qui ont été les plus actifs. Par contre les individus placés dans le mélange n⁰ 6 et surtout ceux du n⁰ 8 présentent un retard de croissance par rapport aux témoins:

| | 9 avril | 14 avril |
|---|---|---|
| Eau douce | 18 mm $(6 \times 4 + 12)$ | 20 mm $(7 \times 4{\cdot}5 + 13)$ |
| Solution n⁰ 4 | 21 mm $(7 \times 5 + 14)$ | 23 mm $(8 \times 5{\cdot}5 + 15)$ |
| Solution n⁰ 5 | 23 mm $(8 \times 5 + 15)$ | 24 mm $(8{\cdot}5 \times 5{\cdot}5 + 15{\cdot}5)$ |
| Solution n⁰ 6 | 17 mm $(6 \times 4 + 11)$ | 19 mm $(7 \times 4{\cdot}5 + 12)$ |
| Solution n⁰ 8 | 16 mm $(5 \times 3 + 11)$ | 16 mm $(5{\cdot}5 \times 4 + 10{\cdot}5)$ |

On pourrait représenter les résultats contenus dans ce tableau par une courbe, dont le maximum correspondrait à la concentration n⁰ 5. Ce fait est d'autant plus intéressant que les auteurs qui se sont occupés de l'action des solutions salines sur le développement ont toujours constaté que leur action inhibitrice est directement proportionnelle à la concentration. Dans le cas de l'eau de

[1]) loc. cit.

mer, l'action excitatrice croît jusqu'à un certain maximum (n⁰ 5) pour décroître ensuite et devenir finalement inhibitrice (n⁰ 8). Ceci s'applique aussi bien à l'éclosion qu'à la croissance.

Ces résultats sont confirmés par les observations que nous avons faites sur la *Rana esculenta.*

Série IV. Le 5 avril, des pontes de *R. esculenta (M)* ont été recueillies à l'étang des Fonceaux (bois de Meudon) et partagées immédiatement en lots qui ont été placés les uns dans l'eau douce, les autres dans les dilutions d'eau de mer: n⁰ 2, n⁰ 4, n⁰ 8, à la température constamment élevée (16—18⁰).

Voici le tableau relatif à l'éclosion et à la croissance des têtards:

| | Proportion p. 100 des oeufs | | Taille des têtards le 16 avr. |
|---|---|---|---|
| | éclos le 6 avr. | non éclos 7 avr. | |
| Eau douce | 4 | 9 | 13 mm (4×2·75+9) |
| Solution n⁰ 2 | 14 | 7 | 14 mm (4·5×3+9·5) |
| Solution n⁰ 4 | 59 | 2 | 13·75 mm (4·75×3·5+9) |
| Solution n⁰ 8 | 33 | 21 | mort à la suite d'arrêt de croissance (monstruosités) |

L'éclosion s'est donc faite plus rapidement dans les mélanges d'eau de mer que dans le cas des témoins. Le maximum d'éclosion correspond au n⁰ 4; il en est de même pour la croissance (du corps du têtard). Dans le mélange n⁰ 8, l'action, excitatrice au début, n'a pas tardé à devenir inhibitrice jusqu'à arrêter complètement dans la suite le développement.

---

Il y a un autre fait encore qui montre l'importance de la considération de l'optimum. C'est qu'à une certaine distance au-dessus et au-dessous de l'optimum nous avons obtenu des monstres, et que ces monstres ont présenté des caractères différents dans les deux cas.

L'action tératogène des solutions salines sur les oeufs des Batraciens a été très étudiée par divers auteurs qui signalent toute une série de monstruosités au moment de la gastrulation et au moment de la fermeture de la gouttière médullaire. Comme nous avons fait agir nos solutions sur des stades plus avancés, nous avons obtenu des monstres à une période plus tardive. Mais, et nous insistons sur ce point, quel que soit le moment où nous com-

mençons à traiter par l'eau de mer (embryons non éclos. embryons éclos à divers stades), les monstruosités apparaissent au moment même de l'operculisation.

Dans les solutions n⁰ 3 (série II, *H*), nous avons obtenu des monstres courts, à corps gros et large, et à queue très courte et large (fig. 1). Un tiers des individus de ces solutions présentaient cette anomalie. Dans une solution un peu plus élevée, n⁰ 4, il n'y en avait qu'un seul monstre sur une centaine d'individus; dans la




solution n⁰ 5, il n'y en avait pas un seul. Les monstres en question vivent encore en ce moment (20 avril), mais ils restent toujours courts et trapus. (Mensurations faites le 8 avril: 8 mm $(4 \times 4 + 4)$ et 10 mm $(4 \times 3 + 6)$.

Au-dessus de l'optimum, dans les solutions n⁰ 8, les monstres que nous avons obtenus ont un tout autre aspect (série I, *E*; série IV, *M*): corps petit et étroit, queue allongée et étroite, courbure très accentuée à concavité dorsale (fig. 2). Ces monstres, après une courte période d'activité (quelques jours), où ils nageaient en cercle, sont morts. Par leur aspect, ces monstres se rapprochent de ceux obtenus par divers auteurs, par Mme Rondeau-Luzeau [1]) entre autres. Celle-ci, en faisant agir une solution de NaCl à 0·6 p. 100 aussitôt après la fermeture de la gouttière médullaire obtient des monstres courbes semblables aux nôtres; elle attribue la courbure

[1]) loc. cit.

à une torsion dorsale acquise dans l'oeuf, l'éclosion étant retardée. Dans nos expériences, il est impossible de faire intervenir cette explication, la courbure se faisant progressivement au cours du développement en dehors de l'oeuf.

Action des chlorures isolés. Nous allons aborder maintenant l'étude de l'action des chlorures isolés en dissolution tout en comparant les résultats obtenus avec ceux qui ont été fournis par l'eau de mer. Nous nous sommes bornés, pour le moment, à l'étude de trois sels: $NaCl$, $KCl$, $CaCl^2$, de ces deux premiers surtout, l'action de $CaCl^2$ nous ayant paru dans bien des cas si compliquée que nous nous sommes vus obligés d'en remettre l'étude complète pour plus tard.

Comme pour l'eau de mer, nous avons cherché à mettre en évidence l'action de sels en question sur l'éclosion et sur la croissance de *Rana temporaria* et de *Rana esculenta;* nous avons pu constater d'une part qu'il y a des différences notables entre l'action de chacun de ces sels, et que, d'autre part, il y a des différences plus marquées encore et parfois une opposition complète entre l'action des sels isolés et celle de l'eau de mer.

Voici d'abord les résultats que nous avons obtenus avec $NaCl$:

Les solutions très faibles de ce sel, 1 gr et 2 gr p. 1000, peuvent activer l'éclosion, moins toutefois que les solutions isotoniques d'eau de mer. Ainsi, le 24 mars nous avons eu beaucoup d'éclosions avec les oeufs de *R. temporaria* (*A*), plongés le 22 mars dans des solutions de $NaCl$ à 1 p. 1000; nous en avons eu de plus nombreuses dans la dilution isotonique d'eau de mer; parmi les oeufs témoins pas un seul n'était encore éclos. Les oeufs de *R. temporaria* (*B*) plongés le 22 mars dans une solution de 2 p. 1000 de $NaCl$ présentaient le 24 mars un certain nombre d'éclosions, tandis qu'il n'y en avait pas un seul oeuf éclos parmi les témoins, et que dans la solution isotonique d'eau de mer presque tous les oeufs étaient éclos.

Avec des solutions de $NaCl$ un peu plus fortes au contraire on retarde d'une manière sensible l'éclosion des oeufs; parfois même une solution à 2 p. 1000 suffit déjà pour produire un effet inhibiteur. En voici un exemple: le 5 avril nous avons mis en expérience une ponte de *R. esculenta* (*N*), recueillie dans un étang du bois de Meudon. Le 8 avril, les témoins éclosent déjà, mais il n'y a encore aucune éclosion dans les solutions de $NaCl$ à 2 et

à 4 gr p. 1000. Le 9 avril, les embryons témoins sont déjà dispersés; dans la solution de NaCl à 2 p. 1000 un certain nombre d'embryons ont quitté les coques des oeufs; dans la solution de NaCl à 4 p. 1000 cependant, il n'y a qu'un seul embryon éclos. Or, on se le rappelle, c'était précisément dans une dilution isotonique (n⁰ 4) d'eau de mer que l'éclosion s'était faite de la manière la plus rapide.

Ainsi, seules les solutions les plus faibles de NaCl (1 et parfois 2 gr p. 1000) exercent une action excitatrice sur les embryons contenus dans l'oeuf et prêts d'éclore; les solutions plus fortes (4 p. 1000) sont inhibitrices, alors que les dilutions isotoniques (n⁰ 4) d'eau de mer sont excitatrices au maximum.

Il en est à peu près de même en ce qui concerne la croissance; ici également, seules les solutions excessivement faibles de NaCl (1 p. 1000) exercent une action excitatrice sur les embryons sortis de l'oeuf; des dilutions plus fortes en retardent la croissance jusqu'à l'arrêter complètement et à amener la mort.

Les embryons de *R. temporaria* (*A*) éclos le 24 mars un peu avant terme, dans la solution de NaCl à 1 p. 1000, quoique très chétifs au début, ont assez rapidement dépassé les témoins. Le 7 avril, ils avaient en moyenne 14 mm ($5 \times 4 + 9$); les témoins n'avaient que 12 mm ($4 \times 2{\cdot}75 + 8$) Les embryons (*B*), éclos le même jour dans la solution de NaCl à 2 p. 1000, ont marché sensiblement de pair avec les témoins.

L'action inhibitrice des solutions de NaCl au-dessus de 2 p. 1000 est des plus nettes. Le 13 avril, tandis que les embryons témoins de *R. esculenta* et ceux élevés dans NaCl à 2 p. 1000 ont 11 mm ($3 \times 2 + 8$), les embryons séjournant dans la solution de NaCl à 4 p. 1000 n'ont que 8·5 mm ($2{\cdot}5 \times 1{\cdot}5 + 6$) et meurent rapidement.

Le tableau suivant permet de se rendre compte de l'action comparée des solutions isotoniques de NaCl et d'eau de mer. L'expérience est faite sur des embryons (*L*) déjà en train de se transformer en têtards:

| | 4 avril | 9 avr. | 14 avr. | 17 avril |
|---|---|---|---|---|
| Témoins | | 18 mm | 20 mm | |
| Eau de mer n⁰ 4 | même taille | 21 mm | 23 mm | 38 survivants |
| Eau de mer n⁰ 8 | „ „ | 16 mm | 16 mm | 10 survivants |
| NaCl 4 p. 1000 | „ „ | 18 mm | 18·5 mm | 37 survivants |
| NaCl 8 p. 1000 | „ „ | 14 mm | 15 mm | 1 survivant |

Un coup d'oeil jeté sur ce tableau montre d'une façon très nette qu'à isotonie égale NaCl est moins favorable que l'ensemble de sels contenus dans l'eau de mer. Certes, il serait peut-être trop hasardeux de tirer de ce fait des déductions d'une portée biologique générale, une comparaison cependant entre les résultats que nous avons obtenus en opérant avec de l'eau de mer et des solutions de NaCl et ceux auxquels sont arrivés d'une part Quinton, d'autre part Mac Callum, nous semble s'imposer d'elle-même.

Pour en finir avec l'action de NaCl sur les embryons des Grenouilles, il nous reste à noter qu'avec des solutions à 3 p. 1000 de ce sel nous avons obtenu des monstres trapus, à corps large et à queue courte, plus facilement qu'avec les dilutions d'eau de mer isotoniques. En effet, la totalité des embryons soumis à NaCl sont devenus monstrueux, tandis qu'avec l'eau de mer il n'y en avait qu'un tiers (voir au-dessus).

---

L'action de KCl en dissolution peut être caractérisée, dans nos expériences, par ces deux faits: 1) nous n'avons jamais obtenu d'anomalies avec KCl quoique l'ayant employé dans des solutions isotoniques des précédentes; 2) ce sel a des effets toxiques très marqués.

Qu'une solution de KCl isotonique de celle d'eau de mer soit beaucoup plus toxique que cette dernière, ceci n'est pas fait pour nous étonner. Un litre d'eau de mer renferme à peine 1 gramme de sels de potassium (0·77). On voit quelle faible proportion de sels de K est contenue dans les solutions d'eau de mer que nous avons employées; soit 1 décigramme dans la solution optima d'eau de mer (nº 5). Or, les dissolutions de KCl pur, pour être isotoniques de nos dilutions, doivent renfermer des doses relativement colossales de ce sel (6 gr 26 par litre de la solution de KCl nº 5).

Ainsi, afin d'obtenir des pressions osmotiques égales dans tous les cas, on est obligé d'employer des proportions beaucoup plus considérables de chlorure de potassium que jamais un être vivant n'en rencontre dans son habitat naturel. Rappelons ici que Siedlecki[1]), dans un travail très intéressant sur la résistance des Epino-

[1]) L'action des solutions des sels alcalins et alcalino-terreux sur les Epinoches. *C. Rend. Acad. des Sciences. Paris.* T. CXXXVII p. 525, 1903.

ches aux changements de pression osmotique, a pu constater que la toxicité des solutions salines n'est pas déterminée par leur pression osmotique et qu'une dose mortelle de KCl est infiniment plus petite que celle de NaCl (0·1 p. 100 d'une part, 3·5—4 p. 100 d'autre part).

Dans des solutions à 1 et à 2 gr p. 1000 cependant des oeufs de *R. temporaria* (*A* et *B*), très avancés en développement, ont pu éclore un peu avant les témoins, et se développer même mieux que ceux-ci. De même, des oeufs de *R. esculenta* (*N*), dans une dissolution à 2·5 p. 1000 de KCl se sont développés exactement comme les témoins, alors qu'une dissolution de concentration double tuait les animaux presque aussitôt après la sortie de l'oeuf.

Le fait que les embryons des Grenouilles peuvent résister à des petites doses de KCl, très toxique en général, pourrait peut-être s'expliquer par une certaine adaptation de ces animaux vis-à-vis des faibles doses de ce sel, puisque, dans la nature, dans les mares où vivent les têtards, les sels de K, provenant de débris organiques, peuvent facilement se trouver.

Les solutions de KCl à 3 et à 5 p. 1000 tuent les embryons éclos, tantôt en quelques heures, tantôt lentement et progressivement. Des embryons de *R. temporaria* (*H*) recueillis le 24 mars immédiatement après l'éclosion, et placés le 25 mars dans une dilution de KCl à 3 p. 1000 sont morts presque aussitôt; des embryons provenant de la même ponte placés le 26 mars seulement dans la même solution ont pu poursuivre un certain temps leur développement, tout en restant plus chétifs que les témoins (le 4 avril, ils mesuraient 12 mm, tandis que les témoins avaient 15 mm); le 17 avril, presque tous ces embryons étaient morts.

En résumé, KCl, sauf à des doses très faibles où il avance un peu l'éclosion et favorise la croissance, tue en général plus ou moins rapidement, agissant probablement, du moins aux températures élevées, d'une manière trop violente aux stades critiques pour que les anomalies puissent se produire. Or, Mme Rondeau-Luzeau est arrivée à une conclusion opposée: NaCl, contrairement à KCl et LiCl, tuerait en général l'oeuf avant de produire des variations morphogéniques apparentes. Il ne faut pas cependant perdre de vue que Mme Rondeau-Luzeau opère avec des oeufs très jeunes et surtout à basses températures, de sorte que l'opposition entre ses résultats et les nôtres relativement à KCl n'est qu' apparente.

Les faits que nous faisons connaître permettent-ils d'apporter des arguments nouveaux dans la discussion si controversée relative au mode d'action des solutions salines? C'est ce qu'il nous reste à examiner.

Loeb et Giard ont insisté, avec juste raison, sur l'importance de la considération des tensions osmotiques dans les phénomènes biologiques. Les résultats auxquels nous arrivons sont loin de contredire leur opinion; ils montrent seulement que les relations entre l'effet d'une solution saline et sa pression osmotique ne sont pas aussi simples qu'on ne le pensait. Tout d'abord, à isotonie égale, les dilutions d'eau de mer et les solutions de sels isolés agissent souvent d'une façon diamétralement opposée, les premières exerçant une action excitatrice, les secondes une action inhibitrice. De plus, l'action excitatrice de l'eau de mer admet, dans le cas de nos expériences, un maximum qui correspond à une pression osmotique

$$\pi = \frac{17910 \times 0{\cdot}5 \times 3}{2 \times 58{\cdot}5} = 229 \text{ cm}$$

de mercure, pression des solutions n° 5, très voisine de la pression osmotique du sang des Batraciens adultes. Par suite, à deux pressions osmotiques différentes, $\pi - a$ et $\pi + b$, l'effet de l'eau de mer diluée peut être le même.

Il est évidemment nécessaire, dans ces conditions, de faire intervenir à côté de la pression osmotique la nature chimique des substances dissoutes dans l'eau, et en particulier les phénomènes de dissociation des molécules salines en dissolution ou phénomènes d'ionisation. Ces phénomènes sont eux-mêmes d'une complexité très grande dans les solutions simples et à plus forte raison dans les solutions complexes telles que l'eau de mer, et il serait malaisé de chercher à déterminer le rôle des divers ions dans les dilutions de cette eau.

Les phénomènes que nous avons relevés sont ou des phénomènes d'excitation, ou des phénomènes d'inhibition; il est possible de mesurer cette excitation, cette inhibition, de tracer une courbe de leurs variations, de montrer le passage de l'une à l'autre. La toxicité des solutions salines est en relation avec l'excitation ou avec l'inhibition qu'elles produisent: une excitation exagérée s'exerçant sur un être vivant peut en déterminer la mort, de même une inhibition exagérée; c'est ainsi que les dilutions d'eau de mer semblent tuer les

embryons qui éclosent par une excitation trop intense, et que les solutions de chlorures isolés semblent tuer les embryons qui se transforment en têtards par une inhibition trop intense. Or, l'excitation ou l'inhibition produite par une solution saline complexe n'est pas la somme algébrique des excitations et des inhibitions produites par les différents sels isolément. A cet égard, on a inauguré toute une série de travaux dont les plus précis sont dûs aux élèves de Loeb et ont été exécutés dans ces derniers temps à l'université de Californie, à Berkeley. Ainsi, John Bruce Mac Callum [1]) a montré que l'addition d'une petite quantité d'un sel à une solution d'un autre sel (par ex. 5 cc $^m/_6$ $CaCl^2 + 50$ cc $^m/_6$ LiCl) peut déterminer un effet excitant sur les mouvements de l'intestin, que ne produit pas aucun de ces sels isolés, et Ostwald [2]) a déterminé d'une façon précise que les sels isolés sont relativement plus toxiques pour les animaux d'eau douce que le mélange de l'eau de mer. Le fait de la neutralisation d'un sel par l'autre a déjà été mis en évidence par Siedlecki [3]), dans ses études sur les Epinoches. Les recherches dans cette voie sont cependant encore trop peu nombreuses pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions théoriques ou pratiques. Récemment, Rogers [4]) a constaté que l'eau de mer entretient moins bien les mouvements du coeur du Crabe qu'une solution artificielle trois fois plus riche en Ca, et aussitôt un médecin de Paris, Netter [5]) en a conclu qu'il était préférable d'injecter à l'homme la solution de Ringer que l'eau de mer préconisée par Quinton. Or, de notre côté, nous avons constaté que l'eau de mer avait sur la croissance des têtards de *Rana esculenta* (ponte *Q*) une action plus favorable que les mélanges artificiels plus riches en Ca qu'elle, et quoiqu' il soit plus logique de conclure d'un Vertébré à l'Homme, que d'un fragment d'Arthropode à l'Homme, nous nous garderons bien de rien conclure de ce fait quant à la pratique médicale. Nous nous bornons simplement à indiquer qu'il y a un cer-

[1]) The action on the intestine of solutions containing two salts. *University of Califor. Publicat., Physiology*, II. p. 47, 1905.

[2]) Studies on the toxicity of Sea-water for fresh-water animals. *Idem*, II, p. 163, 1905.

[3]) loc. cit.

[4]) The effect of various salts upon the survival of the invertebrale heart. *Journ. of experim. Zoology*, 1905.

[5]) Compt. Rend. Soc. de Biologie, T. LX, p. 237, 1906.

tain parallélisme entre nos observations et les résultats auxquels est arrivé Quinton[1]) au sujet de la supériorité des injections de l'eau de mer vis-à-vis des „sérums artificiels".

Nous avons constaté, en effet, l'action excitante des dilutions d'eau de mer qui contraste avec l'effet inhibiteur des solutions de chlorures isolés isotoniques des précédentes, et nous pensons que cet effet excitant est dû, non seulement au mélange des principaux sels, mais encore aux substances qui se trouvent en quantités infinitésimales dans l'eau de mer. Des recherches récentes publiées dans les journaux japonais (Bull. College of Agriculture, de Tokyo, et Journal of College of Science, de Tokyo) par Nagaoka, Susuki, Aso, Nakamura, ont montré que, outre les sels de potassium et de sodium, de petites quantités de sels de manganèse, de vanadium, de thorium, de lithium, de coesium, exercent une action excitante sur la croissance du riz et de plantes diverses. Or, beaucoup de ces substances sont dans l'eau de mer et peuvent exercer une action excitante sur la croissance des animaux aquatiques. C'est peut-être là l'explication de l'infériorité des solutions artificielles sur les solutions naturelles.

Dans toutes ces expériences sur l'action des solutions salines, il y a lieu de tenir compte de la quantité d'aliments fournis à l'animal; en effet, l'eau de mer cesse d'avoir une action favorable sur nos têtards quand la quantité d'aliments que nous leur fournissons n'est pas en rapport avec l'accéleration de la croissance.

L'action du sucre et de la viande sur la croissance de ces animaux est assez instructive. Le sucre de canne, à faibles doses (1, 2, 3 p. 1000), avance l'éclosion des oeufs et excite la croissance, mais en même temps il suffit à nourrir les embryons, qui, même en l'absence d'autres aliments, croissent beaucoup plus rapidement que les témoins. Ainsi, les embryons de *Rana temporaria* (*H*) atteignent dans une solution sucrée 16 mm ($6 \times 3{\cdot}5 + 10$), le 4 avril, au lieu de 15 mm ($5 \times 3 + 10$) et conservent encore leurs branchies, comme l'un de nous a constaté toutes les fois qu'il y a suralimentation[2]); les têtards *L*, nourris exclusivement de sucre, atteignent 21 mm ($7{\cdot}5 \times 5 + 14$) le 9 avril, alors que les témoins nourris de

[1]) L'eau de mer milieu organique. Paris, Masson, 1904.

[2]) Bohn G. Influence de l'inanition sur les métamorphoses. *Compt. Rend. Soc. de Biologie* T. LVI, p. 661, 1903.

cresson n'ont encore que 18 mm ($6\times4+12$), et que les individus privés de toute nourriture restent à la taille de 15 mm ($5\times2{\cdot}5+10$); seuls les têtards placés dans l'eau où macèrent des fragments de viande sont aussi gros: 21·5 mm ($7{\cdot}5\times5+14$). Dans ces conditions, comme le sucre, la viande est à la fois un excitant et un aliment: un excitant par les sels du sérum musculaire qui se répandent dans l'eau.

Résumé. Ayant fait agir sur les divers stades de l'embryon de *Rana temporaria* et de *Rana esculenta* une série de dilutions d'eau de mer et de solutions isotoniques de divers sels alcalins, à doses faibles et croissant comme la suite des nombres: 1, 2, 3, 4, 5. 6, 7, 8, nous avons obtenu, à des températures relativement élevées (10 à 14° et 16 à 18°), les résultats suivants:

1. Les dilutions d'eau de mer exercent une action excitatrice sur l'éclosion des oeufs et sur la croissance des embryons et des têtards. L'excitation admet un maximum qui correspond à la dilution n° 5, et à une pression osmotique de 229 centimètres de mercure, pression qui est voisine de la pression osmotique du sang des Batraciens adultes.

2. Cette action a sur les embryons en train de résorber leur vitellus une influence d'autant plus défavorable que l'éclosion a été plus avancée; le nombre des individus qui ne tardent pas à mourir augmente progressivement de la solution n° 1 à la solution n° 5, puis diminue progressivement de cette dernière solution à la solution n° 8, où le nombre des survivants est assez considérable.

3. L'action excitatrice a au contraire une influence favorable sur les embryons qui se nourrissent d'aliments empruntés au milieu extérieur et sur les têtards; la solution optima est la solution n° 5.

4. A une certaine distance au-dessus et au-dessous de l'optimum, on obtient des monstres, et ces monstres présentent des caractères différents dans les deux cas. Dans les solutions n° 3 se forment des monstres courts, à corps gros et large, à queue très courte et large; la proportion de ces monstres est d'un tiers, mais elle diminue progressivement à mesure que la concentration augmente, de sorte qu'il n'y a plus de monstres du tout dans la solution n° 5. La concentration continuant à augmenter, les monstres réapparaissent progressivement (n° 7 à n° 8) mais avec des carac-

tères complètement opposés: corps petit et étroit, queue allongée et étroite, courbure très accentuée à concavité dorsale.

5. Les solutions de NaCl à 5 p. 1000 exercent sur l'éclosion des oeufs et sur la croissance des embryons et des têtards une action inhibitrice très marquée, alors que la dilution isotonique d'eau de mer est excitatrice au maximum.

6. Seules, les solutions de NaCl les plus faibles, 1 et parfois 2 p. 1000, exercent une légère action excitatrice sur l'éclosion et sur la croissance.

7. L'inhibition augmente progressivement avec le degré de concentration, et finalement dans une solution à 8 p. 1000, la croissance est arrêtée complètement, et la mort ne tarde pas à survenir.

8. Dans les solutions de NaCl à 3 p. 1000, la proportion de monstres courts est plus considérable que dans les dilutions isotoniques d'eau de mer.

9. D'une façon générale, à isotonie égale, NaCl est moins favorable que l'ensemble des sels contenus dans l'eau de mer, et les mélanges artificiels riches en calcium sont moins favorables que l'eau de mer.

10. KCl, sauf à des doses très faibles, où il avance un peu l'éclosion et favorise la croissance, est très toxique, et tue plus ou moins rapidement les embryons.

11. Aux températures élevées, auxquelles nous avons opéré, ce sel n'est pas tératogène.

---

29. M. JOSEPH LATKOWSKI. **O wpływie białka surowicy krwi na jej punkt marznięcia.** ***(Über den Einfluß der Eiweißkörper des Blutserums auf den Gefrierpunkt des letzteren).*** (*Sur l'influence de l'albumine du sérum sanguin sur son point de congélation*). Mémoire présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Für die Pathologie und die auf die Kryoskopie des Blutes gestützte Diagnostik ist es in vielen Fällen wichtig zu wissen, inwieferne die Erniedrigung des Gefrierpunktes durch Elektrolyte (Salze) und inwieferne durch die im Blute enthaltenen Nicht-Elektrolyte (hauptsächlich Eiweiß) bewirkt wird, um daraus Schlüsse sowohl auf die osmotische Konzentration der ersteren, wie auf die der letzteren ziehen zu können.

In bezug auf diese Frage eben stieß ich in der Literatur auf auffallende Widersprüche, welche mich bestimmten, die vorliegende Arbeit zu unternehmen. Diese Widersprüche machen sich nach zwei Richtungen hin geltend. Erstens: Da es eine bekannte Tatsache ist, daß viele Eiweißkörper in wässeriger Lösung den Gefrierpunkt sehr wenig (eine 5% Eiweißlösung ungefähr um 0·03° C) erniedrigen und da nach der Meinung einiger Physiologen an der Gefrierpunkterniedrigung des Blutserums (welche ungefähr bis 0·6° reicht), die Nicht-Elektrolyte (im Blute also nur Eiweiß) sich kaum mit $^1/_{10}$ beteiligen, befremden die Ergebnisse der Arbeit von Bugarszky u. Tangl[1]), in welcher diese Forscher auf Grund von über hundert eigenen, an Pferde-Blutserum ausgeführten Messungen feststellen, daß Nicht-Elektrolyte (und als solche können in normalem Blute — wie die Autoren selbst zugeben — fast nur Eiweißkörper in Betracht kommen) sich stets mit $^1/_4$ an der Gefrierpunkterniedrigung beteiligen. Darnach würde eine 8% Eiweißlösung den Gefrierpunkt ungefähr um 0·15° C erniedrigen.

Ich beschloß daher auf einem ganz anderen, u. zw. auf direktem Wege dieses unwahrscheinliche Ergebnis zu prüfen, zu welchem diese Verfasser auf indirektem Wege gelangt sind, indem sie ihre Berechnungen auf ihre elektrischen Messungen stützten.

Dies ist der eine Zweck meiner Arbeit.

Einen anderen Widerspruch finde ich im folgenden: Bugarszky und Liebermann[2]) haben gefunden, daß Eier-Eiweiß, einer wässerigen Salzlösung zugesetzt, den Gefrierpunkt genau um so viel erniedrigt, wie es dies, seiner eigenen osmotischen Konzentration entsprechend, in einer salzfreien wässerigen Lösung bewirken würde; daß es somit auf die osmotische Konzentration des betreffenden Salzes keinen Einfluß ausübt. Dagegen behauptet Hamburger[3]), der doch wohl diese Arbeit gekannt haben dürfte, daß das Eiweiß den Dissoziationsgrad der Elektrolyte in wässeriger Lösung vermindert. Veranlassung zu dieser Behauptung gab Hamburger die erwähnte Arbeit von Bugarszky und Tangl, in welcher diese Verfasser feststellen, daß die Anwesenheit von Eiweiß in einer

[1]) „Physikochem. Untersuch. über die molekul. Konzentr.-Verhält. d. Blutserums“. Pflügers Archiv. Bd. 72. 1898.

[2]) Bugarszky u. Liebermann: Über d. Bindungsvermögen eiweißartiger Körper. Pflügers Archiv. Bd. 72. 1898.

[3]) Hamburger: Osmotischer Druck und Ionenlehre. 1902. S. 475. Bd. I.

wässerigen Salzlösung die Leitfähigkeit der Lösung herabsetzt. Inwiefern dies dem Einflusse des Eiweißes auf die Beweglichkeit der Ionen und inwiefern dessen Einflusse auf den Dissoziationsgrad der Salze zuzuschreiben ist, entscheidet diese Arbeit nicht, nichtsdestoweniger nimmt Hamburger auf Grund der Meinung von Arrhenius (1887) und auf Grund eigener Forschungen über Harnstoff an, daß die Anwesenheit von Eiweiß in der Lösung den Dissoziationsgrad des Salzes, also auch den osmotischen Druck desselben beeinträchtigen, folglich auch die durch das Salz selbst bewirkte Gefrierpunkterniedrigung vermindern müsse. Da endlich Hamburger die Ergebnisse der Arbeiten von Bugarszky im allgemeinen ziemlich skeptisch beurteilt und seine Schlußfolgerungen mit Mißtrauen aufnimmt, so wurde ich dadurch angeregt, zunächst die Untersuchungen von Bugarszky und Liebermann über das Eiereiweiß, womöglich mit größerer Genauigkeit, zu wiederholen und sodann das Blutserumeiweiß, welches jene Forscher in dieser Beziehung nicht untersucht haben, in derselben Richtung zu untersuchen, um mich zu überzeugen, ob dieses Eiweiß irgend welchen Einfluß auf die durch Elektrolyte bewirkte Gefrierpunkterniedrigung ausübt.

Um die Untersuchungen über das Eiweiß durchführen zu können, mußte eine von Salzen vollkommen freie Eiweißlösung gewonnen werden. Das Eiweiß von mehreren Hühnereiern wurde sorgfältig von dem Eigelb getrennt, zu Schaum geschlagen, bis zum zweifachen Volumen in destilliertem Wasser aufgelöst, filtriert und der Dialyse unterzogen[1]). Als Dialyse-Flüssigkeit wurde destilliertes Wasser benutzt. Um das Eiweiß vor Fäulnis zu schützen, wurde ein wenig Thymol zum Spülwasser (weniger als 2 : 10000) zugesetzt. Die Eiweißlösung selbst enthielt also noch weniger Thymol, so daß der Einfluß des Thymols auf den Gefrierpunkt nicht einmal ein Tausendstel Grad betragen konnte.

Nach 4 Wochen wurde eine Eiweißlösung gewonnen vom Gefrierpunkt — 0·02° C; ein höherer konnte nicht erreicht werden. Sodann wurde der Eiweißgehalt durch Fällung quantitativ bestimmt[2]). Die Lösung enthielt 4% Eiweiß. Nach der Fällung des Eiweißes

[1]) Ich bediente mich eines großen Dialysators nach dem System Siegfried's mit flachen Membranen und einem automatischen Rührwerk (Hugershoff, Leipzig).

[2]) Das Verfahren ist weiter unten bei dem Serumeiweiß angegeben.

wurde in dem Rest der Stickstoff nach dem Vorgang Kjehldals bestimmt, um festzustellen, ob die Eiweißlösung während der Dialyse nicht Zerfall erlitten hat. Es wurden bloß Spuren von Stickstoff gefunden. Die aus 500 ccm Dialysat gewonnene Asche (0·034 gr) wurde wieder in reinem Wasser bis auf 500 ccm aufgelöst und sodann der Gefrierpunkt der Lösung bestimmt, der allenfalls nicht über —0·003° C hinausging, so daß die erwähnte Gefrierpunkterniedrigung der Eiweißlösung, die 0·02° C betrug, zum großen Teile schon auf das Eiweiß selbst zurückgeführt werden durfte. Ich gelangte also zur Überzeugung, daß die Dialyse für meinen Zweck genügte und ging an die eigentliche Untersuchung.

Es wurde zweimal je 1 gr wasserfreies Chlornatrium [1]) mittels einer analytischen Wage mit einer Genauigkeit von ±0·0005 gr [2]) abgewogen. 1 Gramm Chlornatrium wurde in einer Meßkolbe [3]) in destilliertem Wasser bis zum Volumen von 100 ccm aufgelöst. Das andere Gramm Chlornatrium wurde in der durch die Dialyse gewonnenen, oben genannten reinen Eiweißlösung gleichfalls bis zum Volumen von 100 ccm aufgelöst. Auf diese Weise war die molekulare Konzentration des Chlornatriums in diesen beiden Lösungen genau die gleiche [4]). Die Gefrierpunkte dieser beiden Lösungen wurden sodann mittels des Beckmann'schen Apparats unmittelbar hintereinander bestimmt.

Als Kältemischung wurde darin ein Kryohydrat (Eis mit Kaliumnitrat) verwendet, dessen Schmelzpunkt — 3° C betrug. Alle Bestimmungen wurden also stets unter den gleichen Bedingungen ausgeführt. Der Rührer des Apparats wurde automatisch durch einen Elektromagneten in Bewegung gesetzt. Als Nullpunkt wurde der Gefrierpunkt des destillierten, mehrmals gefrorenen Wassers an-

[1]) Merck, Darmstadt.

[2]) Ohne die hygroskopische Eigenschaft des Salzes wäre eine Genauigkeit von ± 0·0001 erreichbar. Jedoch mit Rücksicht auf die von mir jedesmal beobachtete Geschwindigkeit der Aufsaugung des Wassers durch das Salz, so wie auf die zum Abwägen nötige Zeit habe ich die Genauigkeit des Wägens in Wirklichkeit auf ± 0·0005 abgeschätzt.

[3]) Das Volumen der bei dieser Arbeit benutzten Meßkolben habe ich durch Abwägen von destilliertem Wasser geprüft.

[4]) Das Wasser, welches zur Bereitung der Eiweißlösungen, der Salzlösungen, wie auch das zur Kontrolle des Nullpunktes des Kryoskops verwendete rührte von einem und demselben Vorrate destillierten und mehrmals gefrorenen Wassers her.

genommen. Der Nullpunkt wurde vor dem Experiment und außerdem nach jeder einzelnen Messung bestimmt, denn es wurde bemerkt, daß er zuweilen binnen einigen Stunden um 0·01° C stieg. Die Bestimmung des Gefrierpunktes wurde mit jeder Lösung mindestens dreimal wiederholt, und wenn sich Differenzen zeigten, wurde der Durchschnittswert notiert. Das angewandte Thermometer war in Hundertstel Grad eingeteilt, aber durch die Lupe konnten auch Tausendstel Grad ganz genau abgelesen werden.

Die Differenzen der mehrmals hintereinander bestimmten Gefrierpunkte einer und derselben Lösung überstiegen nicht 0·003°, so daß die Genauigkeit des Durchschnittwertes von mehreren Bestimmungen im schlimmsten Falle auf ± 0·002° geschätzt werden kann.

Die beiden genannten Chlornatrium-Lösungen zeigten folgende Gefrierpunkte:

| 1 gr Na Cl aufgelöst in Wasser zu 100 ccm | 1 gr Na Cl in 4% Eiweißlösung aufgelöst zu 100 ccm | Salzfreie 4% Eiweißlösung |
|---|---|---|
| — 0·62° | — 0·64° | — 0·02° |

Es fällt hierbei gleich auf, daß der Gefrierpunkt der Eiweiß enthaltenden Salzlösung von dem Gefrierpunkt der reinen Salzlösung um 0·02° abweicht, also genau um so viel, als der Gefrierpunkt der reinen Eiweißlösung, ohne Salzzusatz, beträgt.

Auf die gleiche Weise wie mit Na Cl wurden zwei Lösungen von wasserfreiem $NaHCO_3$ bereitet: die eine in reinem Wasser, die andere im Dialysat, das reines Eiweiß enthielt; dann wurden deren Gefrierpunkte miteinander verglichen, wie folgt:

| 1 gr $NaHCO_3$ aufgelöst in Wasser bis zu 100 ccm | 1 gr $NaHCO_3$ in 4% Eiweißlösung aufgelöst bis zu 100 ccm | Salzfreie 4% Eiweißlösung |
|---|---|---|
| — 0·433° | — 0·453° | — 0·02° |

Endlich wurde eine analoge Untersuchung mit wasserfreien $Na_2CO_3$, mit folgendem Resultat durchgeführt:

| 1 gr $Na_2CO_3$ aufgelöst in Wasser bis zu 100 ccm | 1 gr $Na_2CO_3$ in 4% Eiweißlösung aufgelöst bis zu 100 ccm | Salzfreie 4% Eiweißlösung |
|---|---|---|
| — 0·405° | — 0·425° | — 0·02° |

Aus den letzten zwei Tabellen ist das gleiche Resultat ersicht-

lich, wie wir es schon in der Tabelle für NaCl wahrgenommen haben.

Wenn wir nun der durch das Eiweiß selbst unmittelbar bewirkten, d. h. durch dessen osmotische Konzentration bedingten Gefrierpunkterniedrigung Rechnung tragen, so gelangen wir auf Grund dieser Ergebnisse zu dem Schlusse, daß die Anwesenheit von Eiereiweiß in einer wässerigen Lösung der genannten Elektrolyte auf die durch diese Elektrolyten selbst bewirkte Gefrierpunkterniedrigung, d. h. im Sinne der Theorie, auf deren osmotische Konzentration, insbesondere auf deren Dissoziationsgrad entweder keinen oder einen $^1/_3$% nicht übersteigenden Einfluß ausübt, — wie sich dies aus der Genauigkeitsgrenze des benutzten Kryoskops ergibt[1].

Damit haben wir das Resultat der Arbeit von Bugarszky und Liebermann bestätigt und zugleich die Vermutungen Hamburger's, Arrhenius' und Anderer widerlegt.

Bugarszky und Liebermann haben in ihrer Arbeit nur das Chlornatrium untersucht, und da sie überdies eine kaum $^1/_3$% Salzlösung benutzten und sich eines etwas weniger genauen Kryoskops bedienten, so dürfte die Prozent-Genauigkeit unserer Ergebnisse um das Mehrfache größer sein.

Es blieb somit noch die Frage zu beantworten, ob dasselbe Resultat auch für das Blutserumeiweiß gilt, welches die erwähnten Forscher kryoskopisch nicht untersuchten. Sie haben nämlich durch ihre elektrischen Messungen lediglich nachgewiesen, daß dieses Eiweiß die elektrische Leitfähigkeit der Elektrolyte bedeutend beeinträchtigt. Inwieferne dabei die Beweglichkeit der Ionen und wieferne der Dissoziationsgrad vermindert wird, kann nicht vorausgesehen werden.

[1]) Um mich zu überzeugen, ob unser Thermometer für solche kleine Schwankungen, welche die osmotische Konzentration unter dem Einfluß des Eiweißes erfahren könnte, nicht etwa zu wenig empfindlich war, nahm ich Messungen der Einflüsse vor, welche zwei Salze aufeinander ausüben, und hierbei war der die Dissoziation beeinträchtigende Einfluß sichtbar:

| | | |
|---|---|---|
| 0·5 gr NaCl aufgelöst in reinem Wasser bis zu 100 ccm | 0·5 gr $NaHCO_3$ aufgelöst in reinem Wasser bis zu 100 ccm | 0·5 gr NaCl + 0·5 gr $NaHCO_3$ aufgelöst in reinem Wasser bis zu 100 ccm |
| — 0·323° C | — 0·226° C | — 0·53° C |

Wir sehen, daß 0·323 + 0·226 = 0·549, also um 0·02 mehr als 0·53.

Ich beschloß daher auch das Blutserumeiweiß auf dieselbe Weise wie das Eiereiweiß kryoskopisch zu untersuchen. Da aber das Blutserumeiweiß außer den Albuminen auch Globuline enthält, welche bei der Dialyse zum Teil gefällt werden, so war ich darauf gefaßt, daß nur das Filtrat auf diese exakte Weise wie das Eiereiweiß wird untersucht werden können. Mit den gefällten Globulinen mußte etwas anders — wie weiter unten angegeben — verfahren werden.

Es liegt auf der Hand, daß bei einer derartigen Untersuchung des Blutserums zugleich die zweite, eingangs berührte Frage, u. zw. inwiefern die im Blutserum vorhandenen Nicht-Elektrolyte (Eiweiß) dessen Gefrierpunkt erniedrigen, entschieden werden konnte. — So wie das Eiereiweiß unterzog ich das Pferde-Blutserum der Dialyse. Das Serum wurde aseptisch entnommen, sorgfältig von den roten Blutkörperchen getrennt und mittels destillierten thymolhaltigen Wassers einige Wochen lang genau so wie das Eiereiweiß dialysiert. Im Laufe der Dialyse bildete sich ein leichter Niederschlag (von dem später die Rede sein wird), welcher nachher durch Filtrieren abgesondert wurde. Da das Serum durch die Dialyse eine Verdünnung bis zum zweifachen Volumen erfuhr, so wurde das filtrierte Dialysat bei 40° C bei Anwesenheit von Schwefelsäure zu der ursprünglichen Konzentration kondensiert. Der Gefrierpunkt des nichtkondensierten Dialysats betrug — 0·02° C, der des kondensierten — 0·04° C. Die Asche von 100 ccm des kondensierten Dialysats wog 0·02 gr. also 0·02%, und bewirkte nach Auflösung in reinem Wasser wieder bis zum Volumen von 100 ccm [1]) eine Erniedrigung des Gefrierpunktes kaum um 0·003° C. Somit durfte wohl die oben erwähnte Gefrierpunktserniedrigung des kondensierten Dialysats (0·04° C) hauptsächlich schon dem Eiweiß allein zugeschrieben werden, und deshalb betrachtete ich die Dialyse als für meinen Zweck ausreichend.

Der Eiweißgehalt in diesem filtrierten und kondensierten Dialysat betrug 7·6%, was nach zwei Methoden bestimmt wurde:

1) Aus 10 ccm wurde das Eiweiß durch Kochen unter Zusatz von Essigsäure und Chlornatrium gefällt, auf einem abgewogenen

[1]) In dem in Wasser unlöslichen Rest der Asche wurden — nach dessen Auflösung in Wasser unter Zusatz von Salzsäure — nur Spuren von Kalk gefunden.

Filter gesammelt, mit Alkohol gewaschen, bis zum konstanten Gewicht bei 120° C getrocknet und sodann abgewogen.

2) 10 ccm Dialysat wurden in einer Porzellanschale bis zum konstanten Gewicht getrocknet und abgewogen; sodann wurde das Eiweiß verbrannt und das Gewicht der erhaltenen Asche von dem des Eiweißes subtrahiert.

Die Durchschnittsmenge betrug bei beiden Bestimmungen 7·6% Eiweiß.

Um zu ermitteln, ob das Eiweiß während der Dialyse nicht etwa Zerfall erlitten hat, wurde aus 100 ccm filtrierten Dialysat durch Kochen unter Zusatz von Essigsäure und Chlornatrium das Eiweiß gefällt und im Rest der Stickstoffgehalt nach der Methode von Kjehldahl bestimmt. Es wurden nur Spuren von Stickstoff gefunden, welcher von dem Eiweiß im Filtrat herrühren konnte, das sich nicht vollständig fällen läßt.

Um ferner zu ermitteln, wie viel von jenen 7·6% Eiweiß auf die Albuminstoffe und wie viel auf die Globuline entfällt, welch letztere bei der Dialyse nicht selten nur teilweise gefällt werden, wurden die Globuline mittels einer gleichen Menge kalt gesättigter Ammoniumsulfatlösung gefällt. Der Niederschlag wurde auf einem Filter gesammelt, in Wasser aufgelöst und die Eiweißmenge in demselben bestimmt. Die Analyse zeigte 3·65% Eiweiß. welches dem Globulingehalte entsprach. In dem von den gefällten Globulinen gesonderten Reste wurde die Menge der zurückgebliebenen Albuminstoffe bestimmt, welche 3·96% betrug. Aus diesen Zahlen konnte ich schon den Schluß ziehen, daß die Menge der durch die Dialyse gefällten Globuline in meinem Falle nur unbedeutend sein konnte. was ich direkt wirklich konstatiert habe.

Das filtrierte und kondensierte Dialysat unterzog ich nun der eigentlichen Untersuchung genau auf dieselbe Weise, wie vorher die Eiweißlösung, d. h. ich bereitete aus einigen Salzen von jedem besonders je zwei Lösungen von gleicher Molekular-Konzentration, die eine in reinem Wasser, die andere in dem genannten Dialysat und verglich sodann die Gefrierpunkte der beiden Lösungen eines und desselben Salzes miteinander. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

| | 1 gr Salz aufgelöst in reinem Wasser zum Volum. 100 ccm | 1 gr Salz aufgelöst im filtrierten und kondensierten Dialysat zum Volum. 100 ccm | Das filtrierte und kondensierte Dialysat, 7·6 % Serumeiweiß enthaltend |
|---|---|---|---|
| NaCl | −0·62° C | −0·66° C | −0·04° C |
| $NaHCO_3$ | −0·434° C | −0·475° C | −0·04° C |
| $Na_2CO_3$ | −0·405° C | −0·445° C | −0·04° C |

Es fällt sofort auf, daß der Gefrierpunkt einer jeden Lösung der angeführten Salze im Dialysat mit 7·6 % Eiweißgehalt von dem Gefrierpunkt der Lösung desselben Salzes in reinem Wasser nur um 0·04° C sich unterscheidet, also genau um so viel, als der Gefrierpunkt des Dialysats selbst (ohne Zusatz von Salz) beträgt. Berücksichtigt man nun die durch das Eiweiß selbst direkt bewirkte, d. h. durch seine eigene osmotische Konzentration bedingte Gefrierpunkterniedrigung, so gelangt man auf Grund dieser Ergebnisse zu dem gleichen Schlusse wie bei Untersuchung des Eiereiweißes. Wir sehen nämlich, daß auch Blutserumeiweiß, (in unserem Falle nicht nur Albumine, sondern auch Globuline) in wässerigen Lösungen der genannten Elektrolyte gelöst, auf die durch diese Elektrolyte bewirkte Gefrierpunkterniedrigung, d. h. auf deren osmotische Konzentration, insbesondere auf deren Dissoziationsgrad entweder keinen oder einen $^1/_3$ % nicht übersteigenden Einfluß ausübt, (Genauigkeitsgrenzen des benutzten Kryoskops).

Endlich wurde mit den durch die Dialyse gefällten Globulinen folgendermaßen verfahren:

Der Globulinenniederschlag wurde von einer größeren Menge nichtkondensierten Dialysats, welche einem Volumen von 375 ccm des ursprünglichen Serums entsprach, auf einem Filter gesammelt, mit Wasser abgespült und zusammen mit 1 gr NaCl und 1 gr $Na_2CO_3$ in reinem Wasser bis zum Volumen von 200 ccm aufgelöst. Den Globulinengehalt dieser Lösung bestimmte ich später, d. h. nach der vorgenommenen Kryoskopie, auf einem abgewogenen Filter. Er betrug im ganzen 2·6 gr, somit enthielt die Lösung 1·3 % Globuline. Da diese 2·6 gr aus 375 ccm des ursprünglichen Serums

gewonnen waren, so dürfte man den Gehalt des Blut-Serums an Globulinen letzterer Art auf 0·7% schätzen.

Außerdem wurde noch eine Lösung von 1 gr NaCl und 1 gr $Na_2CO_3$, jedoch ohne Globulin, in reinem Wasser zum Volumen von 200 ccm hergestellt, also eine Lösung, welche bezüglich der Salze dieselbe molekulare Konzentration besaß, wie die obgenannte Globulinlösung. Die Gefrierpunkte dieser beiden Lösungen waren folgende:

| 1 gr NaCl + 1 gr $Na_2CO_3$ in reinem Wasser zu 200 ccm aufgelöst | 1 gr NaCl + 1 gr $Na_2CO_3$ + 2·6 gr Globuline in Wasser zu 200 ccm aufgelöst |
|---|---|
| — 0·796° C. | — 0·816° C. |

Vergleicht man diese Tabelle mit den vorigen, so fällt auf, daß sie uns keine Auskunft mehr über den Gefrierpukt einer salzfreien wässerigen Globulinlösung gibt; es handelte sich hier aber eben um jenen Teil der Globuline, welcher ohne Zusatz von Salzen sich im Wasser nicht auflöst. Kennen wir aber den letzten Gefrierpunkt nicht, so fehlt uns jener sichere Anhalt, den wir in den vorigen Fällen hatten, zur Entscheidung, ob die Anwesenheit dieser letzteren Globulinenart in der Lösung auf die osmotische Konzentration der gelösten Elektrolyte, also auf die durch diese bedingte Gefrierpunkterniedrigung einen Einfluß ausübt; somit sind wir auch nicht imstande, genau zu ermitteln, wie groß die durch die Globuline selbst unmittelbar bewirkte Gefrierpunkterniedrigung, also auch ihre osmotische Konzentration sei. Dennoch können wir auf Grund der letzten Tabellen mit voller Sicherheit behaupten, daß die Anwesenheit von 1·3 gr Globuline in 100 ccm wässeriger Salzlösung den Gefrierpunkt der Lösung im ganzen nur um 0·02° C herabsetzt, ohne auf die spezielle Frage einzugehen, wie diese kleine Differenz erzeugt wird durch die Mitwirkung der beiden Faktoren: der osmotischen Konzentration der Globuline einerseits, und des Einflusses der letzteren auf die osmotische Konzentration der Elektrolyte anderseits. Das ursprüngliche Serum enthielt — wie oben erwähnt wurde — von den letzteren Globulinen nur 0·7%, somit kann durch deren Anwesenheit der Gefrierpunkt des Blutserums im ganzen nur um 0·01° C erniedrigt werden.

Im vorigen sind wir auf vollkommen exaktem Wege zum Schlusse gelangt, daß der vorwiegende Teil $\left(\frac{7{\cdot}6}{7{\cdot}6+0{\cdot}7}=\frac{76}{83}\right)$ des Ei-

weißes des untersuchten Serums auf die osmotische Konzentration der in demselben vorhandenen Elektrolyte keinen Einfluß hat und infolge seiner eigenen osmotischen Konzentration an der Gefrierpunkterdrigung sich höchstens nur mit 0·04° C beteiligt, also auch im ganzen den Gefrierpunkt des Serums nur um 0·04° herabsetzt; und jetzt haben wir noch festgestellt, daß jener geringe Teil der Globuline, welcher durch die Dialyse gefällt wurde, den Gefrierpunkt des Serums im ganzen höchstens nur um 0·01° C erniedrigen kann. Somit vermag das gesamte im Blutserum enthaltene Eiweiß in der Menge von 8·3% (u. zw. 3·96% Albumine, 3·6% in Wasser lösliche Globuline und 0·7% gefällte Globuline) den Gefrierpunkt des Serums im ganzen höchstens um 0·05° C zu erniedrigen. Ich sage „höchstens", denn die bei der Untersuchung des Dialysats möglicherweise gemachten Fehler konnten eher zu einer zu großen, als zu einer zu kleinen Zahl führen.

Der Gefrierpunkt des Serums reicht, wie bekannt, gewöhnlich bis —0·6° C; davon kann aber auf Grund meiner Ergebnisse kaum 0·05° C der Anwesenheit des Eiweißes in demselben zugeschrieben werden. Abgesehen also von dem sehr geringen Prozentsatz der gefällten Globuline, bezüglich welcher wir keine Sicherheit haben, ob die durch dieselben bewirkte Gefrierpunkterniedrigung ein genauer oder nur ein annähernder Maßstab für ihre osmotische Konzentration sei, können wir im allgemeinen behaupten, daß die osmotische Konzentration des Blutserumeiweißes höchstens $^{1}/_{12}$ der gesamten osmotischen Konzentration des Serums ausmacht, während die $^{11}/_{12}$ der letzteren in der osmotischen Konzentration der Elektrolyte bestehen.

Dieses Ergebnis stimmt sowohl damit, was wir von dem Molekulargewicht der Eiweißkörper wissen, wie auch mit der Anschauung Hedin's[1]) u. A. überein, steht hingegen im auffallenden Gegensatz zu den am Anfang dieser Arbeit angeführten Resultaten von Bugarszky und Tangl, nach welchen die osmotische Konzentration des Eiweißes stets $^{1}/_{4}$ der gesamten osmotischen Konzentration des Serums ausmachte.

Da diese Forscher zu solchen Resultaten nicht direkt, d. h. durch Kryoskopie, sondern durch komplizierte, auf Messungen der elektrischen Leitfähigkeit gestützte Berechnungen gelangt sind, so

[1]) Pflüger's Archiv Bd. 68. Über die Permeabilität d. Blutkörperchen S. 248.

suchte ich diese Berechnungen, wie auch die von ihnen benutzten Daten betreffs des Leitvermögens eingehend zu prüfen. Rechnungsfehler fand ich keine, was bei der Übereinstimmung der Resultate von mehr als 100 Fällen vorauszusehen war. Was aber die Angaben bezüglich der Leitfähigkeit anbelangt, so kann man nach zwei Richtungen hin Zweifel erheben. Erstens: Die Verfasser stützten sich bei diesen Berechnungen auf ihre eigenen Messungen des Einflusses, welchen das Serumeiweiß auf die Leitfähigkeit der Elektrolyte ausübt. In der Beschreibung dieser Messungen erwähnen aber die Autoren die Globuline nicht, welche doch durch die dabei nötige Dialyse gefällt werden konnten. Wenn nun die Globuline wirklich unberücksichtigt blieben, so könnte man annehmen, daß die Leitfähigkeit der im Blutserum enthaltenen Elektrolyte durch Anwesenheit des Eiweißes in Wirklichkeit bedeutend mehr beeinträchtigt wird, als es die Autoren angegeben haben. Eine solche Annahme würde aber schon genügen, um den Fehler ihres endgültigen Resultats wenigstens qualitativ zu erklären.

Die zweite Fehlerquelle könnte man endlich darin suchen, daß die Verfasser bei ihren Berechnungen sich auf die Voraussetzung stützen, daß von den Natriumkarbonaten im Blutserum bloß $Na_2CO_3$ vorhanden sei, während viele Chemiker annehmen, daß in dem Serum $NaHCO_3$ vorwiegt (Gürber). Wenn man aber erwägt, daß je nach der einen oder der anderen Voraussetzung die in jenen Rechnungen zu benützenden Daten elektrischer Leitfähigkeit verschieden sind, dürfte man wohl annehmen, daß die Verfasser, indem sie sich bei der Berechnung nur auf die für $Na_2CO_3$ geltenden Daten stützten, in allen untersuchten Fällen zum falschen Resultate gelangen konnten.

Zum Schlusse sei es mir vergönnt, Herrn Professor W. Jaworski meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die liebenswürdige Bereitwilligkeit mit der Er mir die Mittel des klinischen Laboratoriums zur Verfügung stellte, wo ich eben die Arbeit durchführen konnte.

Medizinische Klinik der Jagell. Univers. in Krakau. April 1906.

30. M. HUGO ZAPAŁOWICZ m. c. **Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część VI.** *(Revue critique de la flore de Galicie. VI partie).*

A la suite de son travail, qui comprend les familles des Amaryllidaceae, Iridaceae et Orchidaceae, l'auteur donne en outre la déscription de deux nouvelles éspéces suivantes:

*Crocus babiogorensis m.* (n. sp.).

Exempla numerosa in pratis subalpinis montis Baba Góra et Polica lecta 10—14 cm, rarius ad 18 cm alta. Tunicarum fibrae capillares anastomosantes vel vix parallelae; folia 2—3, linearia, glabra, supra linea alba notata, adulta medio latiora; perigonium campanulatum, dilute lilacinum, exsiccatum saturate lilacinum, laciniae inaequales internae breviores, omnes sub apice saturatius lilacino maculatae vel striatae, oblongae, externae 3—3·5 cm rarius ad 4·5 cm longae, 8—11 mm, maximum ad 11·5 mm latae, omnes obtusae, apice pro parte leviter emarginatae, raro nonnullce laciniae obtusiusculae vel acutiusculae; faux a pilis longis simplicibus albis subsparse vel plus minus densiusculo, rarius dense barbata; stamina in exemplis junioribus ad 18·5 mm, antherae ad 12 mm, in alteris stamina ad 25 mm, antherae ad 15 mm longa, filamenta glabra; stylus in stigmata tria, superne cristato dilatata, denticulato incisa, limbum subaequantia postea eo ad 8 mm breviora, breviter divisus.

A C. verno Wulf. foliis adultis latioribus; a proximo C. Heuffeliano Herbert (C. banaticus Heuff., non Gay) perigonii laciniis angustioribus minus obtusis et fauce barbata differt.

*Iris pontica m.* (n. sp.).

Planta humilis, 16 cm alta; rhizoms repens, pro planta humili crassum, subbreve, ramosum, fibras radicales validas edens, collo fibris vaginarum sat numerosis vestitum; folia omnia radicalia rosulata, anguste linearia, 3—5 mm lata, subtus videtur glaucescentia, plana, subtenuia, firmula; erecta, acuta vel acuminata, tenuiter nervosa, pro parte tubo perigonii breviora, pro parte florem attingentia, maximum 14 cm, folia vetusta maximum 15 cm longa; caulis brevissimus, uniflorus; folia fulcrantia duo, intra foliorum rosulam sessilia, linearia, firmula, folium inferius superiori longius, in uno exemplo tubo brevius (in altero exemplo apice destructo); herbaceum, margine membranaceum, vel submembranaceum et dorso tantum herbaceum, folium superius membranaceum, vel dorso paulo herbaceum, tubo brevius; ovarium anguste fusiforme, ad 1·2 cm longum, basi

angustata, 1 mm longa, intra folia fulcrantia sessile (subsessile?); perigonii tubus fere filiformis, 1 millimetro tenuior (in statu sicco), 7·8 cm longus, superne ad basin limbi sensim dilatatus, ovario plus quam sextuplo longior; perigonii laciniae externae violaceae, 3·5 cm longae, vel paulo longiores, tubo plus quam duplo breviores, obovato spathulatae, lamina plus minusve 1·5 cm longa, in unguem lamina minifeste longiorem angustata; laciniae internae?; stigmata 2·5 cm longa, aut paulo ultra, lobi anguste lanceolati, ad 7 mm longi, acuti, integri.

In Delakeu ad Tyram (Dniestr), in districtu Bender Bessarabiae, in declivibus graminosis 11. V 1898 a Paczoski lecta et evidenter lapsu calami I. pumilae L. subjuncta. In enumeratione sua (Spis roślin, Sprawozdanie komisyi fiz. 1899 p. 169) adnotat auctor „floribus violaceis“.

Proxima I. humilis M. Bieb. secundum Boissieur (Flora orient. V p. 125) foliis florem multo superantibus (sec. Ledebour Fl. ross. IV p. 95 „foliis flore plus duplo longioribus“), ovario breviter pedicellato, tubo ovario 3—4 plo longiore, limbi tubo aequilongi laciniis coeruleo lilacinis etc. valde recedere videtur.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

25 Czerwca 1906.

# PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873 — 1902

**Librairie de la Société anonyme polonaise**
**(Spółka wydawnicza polska)**
**à Cracovie.**

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II — XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III — XIII, XV — XLII, (vol. I. II. XIV épuises, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poetarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes, — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wislocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507 1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

---

Swiętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

---

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-0, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

Nº 6. JUIN 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

## CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

## MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.




CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1906.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Léon Marchlewski,
Membre délégué de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.
Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

**N° 6. Juin 1906.**



## Séance du lundi 11 Juin 1906.

PRÉSIDENCE DE M. K. OLSZEWSKI.

31. M. CHARLES KLECKI. **Badania nad sztuczną przejściową odpornością jamy brzusznej na zakażenie mikrobami jelitowymi.** ***(Etude de la résistance artificielle et passagère de la cavité abdominale à l'infection fécale).*** Mémoire présenté par M. T. Browicz m t.

Par les recherches d'Issaëff, Bordet, Garnier, Pfeiffer et Kolle, Funck, Besredka, Sante Solieri, Wassermann, Wolff, Petit, Miyake il a été établi, qu'à la suite d'une injection intrapéritonéale d'une petite quantité d'un liquide plus ou moins indifférent, exécutée 24 heures avant l'infection de la cavité péritonéale avec différents microbes, il se produit une résistance locale, passagère et non spécifique de cette cavité, qui permet aux animaux de résister même à des doses mortelles de microbes virulents.

Ces recherches, dont quelques-unes poursuivaient le mécanisme intime de la résistance locale, ont été exécutées toujours avec une seule espèce de microbes, tels que le vibrion cholérique, le bacille typhique, le streptocoque, le coli-bacille etc., qu'on injectait dans la cavité abdominale en culture pure. Il est évident que, vu les réactions compliquées qui entrent en jeu dans des expériences de cet ordre, pour établir les faits généraux d'une façon précise, il fallait d'abord étudier la résistance locale à des infections simples. Mais,

cela fait, il faut tenir compte de ce qu'en introduisant dans la cavité abdominale une seule espèce microbienne, on crée un état de choses qui n'arrive dans la nature que fort rarement, l'infection de cette cavité étant dans la plupart des cas une infection mixte; et cela a lieu surtout quand on injecte dans la cavité peritonéale des espèces microbiennes, dont le terrain habituel est tout à fait différent, comme le vibrion cholérique, le bacille typhique etc.

Dans la grande majorité des cas l'infection péritonéale est une infection mixte occasionnée par des microbes intestinaux banaux. En certaines conditions pathologiques ces microbes peuvent acquérir une virulence considérable dans l'intestin même, encore avant leur pénétration dans la cavité abdominale, comme l'auteur l'avait démontré dans une de ses études antérieures; dans d'autres cas, il se produit une infection fécale par des microbes intestinaux dont la virulence n'a pas été préalablement exaltée. Il se pose donc la question, est-il possible de conférer à la cavité abdominale une résistance locale et passagère à cette infection mixte et naturelle, par des procédés qui lui confèrent une résistance à une infection simple, et, si les expériences le prouvent, quel est le mécanisme de cette résistance.

On sait que dans les infections mixtes les influences réciproques des microbes font changer leurs propriétés vitales, surtout leur virulence; d'autre part, les réactions de l'organisme infecté, en premier lieu la phagocytose des agents nocifs, peuvent différer dans les infections mixtes de celles que provoquent les mêmes microbes quand ils agissent seuls. C'est pourquoi l'auteur ne croyant pas admissible de préjuger la question ci-dessus posée d'après une analogie avec les résultats obtenus pour des infections simples, s'est proposé de contribuer à la solution de ce problème par des expériences spéciales, dans lesquelles il tâchait d'imiter l'infection naturelle de la cavité péritonéale par des microbes intestinaux, et notamment, pour des raisons de technique expérimentale, par des microbes à virulence habituelle, non exaltée.

Dans ce but l'auteur injectait dans la cavité péritonéale de cobayes et de lapins une émulsion des fèces des animaux en expérience dans le sérum artificiel. Dans chaque expérience l'injection de la même émulsion a été faite simultanément à deux animaux bien assortis, dont l'un avait reçu préalablement une injection de bouillon stérile dans la cavité abdominale (les lapins 5 cc., les co-

bayes 3 cc.), et l'autre servait de témoin. Les injections de bouillon ont été faites dans quelques expériences quelques heures avant l'infection de la cavité abdominale; dans la plupart des expériences l'injection de bouillon précédait l'infection de l'animal de $10^{1}/_{2}$—24 heures.

L'inconvénient de ce procédé expérimental est que, l'émulsion fécale variant d'une expérience à l'autre, il est impossible de fixer d'avance la dose mortelle minima de cette émulsion; par conséquent, dans un certain nombre d'expériences la dose injectée est trop forte ou trop faible et ce n'est que dans une partie d'expériences exécutées qu'on réussit à injecter la dcse nécessaire pour que le résultat de l'expérience soit tout à fait net. Donc on est obligé d'exécuter une série d'expériences assez longue pour arriver à quelques résultats tout à fait démonstratifs. L'avantage de ce procédé est que, tout en n'étant pas moins précis que celui des injections des cultures pures, il permet d'expérimenter en conditions analogues aux conditions pathologiques naturelles.

L'auteur a exécuté 28 expériences qui forment d'après leur résultat final 5 groupes.

Dans le 1-er groupe, comprenant 10 expériences, tous les animaux, préparés et neufs, ont survécu. Dans 8 de ces expériences des cobayes préparés avaient reçu l'injection de bouillon 4, $4^{1}/_{2}$, $5^{1}/_{2}$, $5^{1}/_{2}$, 6, $11^{1}/_{2}$, 14 et 23 heures avant l'infection de la cavité abdominale, et dans 2 expériences l'injection de bouillon précédait de 18 heures l'infection chez des lapins.

Il est évident que l'iafection du péritoine était dans ce groupe d'expériences trop faible, puisque les animaux témoins l'avaient bien supporté. La marche clinique de l'infection chez les animaux préparés ne différait pas beaucoup de celle chez les animaux neufs; il n'y avait que des petites différences dans l'élévation de la température, laquelle dans 6 expériences était en général plus élevée chez les animaux préparés, dans 4 expériences chez les animaux témoins.

Dans le 2-e groupe, comprenant 3 expériences, les animaux préparés et les animaux témoins ont péri simultanément de l'infection au bout de $10^{1}/_{2}$, 15 $16^{1}/_{2}$ heures. Dans 2 de ces expériences, des cobayes ont été préparés 8 et $11^{1}/_{2}$ heures avant l'infection, et dans la troisiéme un lapin fut préparé 24 heures avant l'infection. Dans une de ces expériences la température s'était un peu élevée chez

l'animal neuf; dans une autre expérience l'hypothermie, qu'on observait après l'infection du péritoine chez les deux animaux, était plus prononcée chez l'animal témoin. La survie des animaux après l'infection étant dans ce groupe d'expériences très courte, les altérations anatomiques de la cavité abdominale ont été à l'autopsie peu manifestes. En général, le liquide trouvé dans la cavité abdominale était chez les animaux préparés plus abondant que chez les animaux neufs. Dans une expérience l'auteur a constaté une congestion de l'intestin et des poumons, et dans une autre expérience des ecchymoses sous-péritonéales seulement chez les animaux témoins. Du reste, les altérations macroscopiques du péritoine, notamment les adhérences péritonéales, étaient à peu près les mêmes chez les animaux préparés et les neufs.

Dans le 3-me groupe, comprenant 3 expériences, le résultat final de l'infection a été plus favorable pour les animaux neufs que pour les animaux préparés. Dans une de ces expériences, le lapin préparé 24 heures avant l'infection a succombé au bout de $7^1/_2$ heures, tandis que l'animal témoin lui a survécu de 11 heures; les deux animaux étaient morts en hypothermie; à l'autopsie l'auteur avait constaté outre les altérations du péritoine, les mêmes chez les deux animaux, une congestion des lobes inférieurs des deux poumons chez le lapin témoin. Dans la seconde de ces expériences, le lapin préparé 18 heures avant l'infection a succombé $115^1/_2$ heures après l'infection, tandis que le lapin témoin l'avait bien supporté; la température de l'animal préparé s'était élevée de 39°.5 à 42°.2; la température de l'animal témoin oscillait entre 39° et 39°.5. A l'autopsie l'auteur avait trouvé dans la cavité abdominale du lapin préparé une péritonite septique, un grand abcès entouré d'anses intestinales bien agglutinées, qui communiquait avec un autre abcès du foie, presque aussi grand que celui-là; le foie contenait quelques petits abcès en plus. Dans la 3-e de ces expériences le lapin préparé $18^1/_2$ heures avant l'infection a succombé après 75 heures et l'animal neuf a survécu. A l'autopsie de l'animal préparé l'auteur avait constaté dans la cavité abdominale un liquide trouble en grande quantité, des adhérences fraîches et des agglutinations péritonéales, une infiltration hémorrhagique de l'épiploon et plusieurs abcès du foie.

Dans le 4-me groupe, comprenant 6 expériences, dont 5 étaient exécutées sur des cobayes et une sur des lapins, et dans lesquelles les animaux ont été préparés 24 heures avant l'infection, les ani-

maux préparés avaient une survie plus longue que les animaux témoins. Dans une de ces expériences le lapin témoin a succombé 15 heures et le lapin préparé 20 heures après l'infection, dans la seconde expérience le cobaye témoin a succombé après 17 heures, l'animal préparé lui a survécu de 6 heures $^3/_4$ ; dans les autres expériences les cobayes témoins ont succombé 20, 20, 17 et 21 heures après l'infection et les animaux préparés correspondants leur ont survécu de 17, 17, 23 et 28 heures. Dans ce groupe d'expériences, surtout dans les 4 expériences citées ci-dessus, la durée de la survie des animaux préparés surpassait tellement celle des animaux témoins, qu'une explication de ce fait par des différences individuelles seules des animaux en expérience ne paraît pas admissible. La température des animaux s'élevait un peu après l'infection de la cavité abdominale, pour tomber ensuite, quelquefois jusqu'à 31°.3 avant la mort de l'animal. A l'autopsie l'auteur constatait chez tous les animaux les symptômes d'une péritonite septique; chez les animaux préparés le liquide péritonéal était plus abondant et les adhérences étaient plus développées que chez les animaux témoins; dans une expérience l'auteur a trouvé chez l'animal préparé, qui avait succombé 20 heures après l'infection, un foyer caséeux dans le poumon droit.

Dans le 5-e groupe, comprenant 6 autres expériences, les animaux témoins ont succombé, tandis que les animaux préparés ont résisté à l'infection. Dans 2 de ces expériences l'injection préventive de bouillon a été faite à des cobayes $11^1/_2$ et 24 heures avant l'infection et dans 4 expériences cette injection a été faite à des lapins $10^1/_2$, 11, 24 et 24 heures avant l'infection. Les cobayes témoins ont succombé après 83 et 31 heures, les lapins témoins $10^1/_2$, 15, $19^1/_2$ heures et 10 jours après l'infection. La température des animaux préparés oscillait après l'infection, généralement elle s'élevait un peu; la température des animaux témoins, dont la survie était de courte durée, s'abaissait, celle des animaux qui mouraient après un laps de temps plus prolongé oscillait entre 39° et 40°. A l'autopsie des animaux témoins l'auteur constatait une péritonite septique très nette; chez le lapin, qui a succombé 10 jours après l'infection, il avait trouvé des nodules caséeux à la surface péritonéale et des foyers caséeux dans le foie, dans les ganglions mésentériques et dans les ganglions péribronchiques.

En somme, sur 28 expériences en tout, dans 10 expériences

tous les animaux préparés et neufs ont survécu; dans 3 expériences les animaux préparés et neufs ont succombé simultanément; dans 3 autres expériences le résultat final de l'infection a été pour les animaux préparés moins favorable que pour les animaux témoins; dans 6 expériences les animaux préparés avaient une survie plus longue que les animaux témoins et dans 6 autres expériences les animaux préparés ont résisté à l'infection, tandis que les animaux témoins ont succombé.

On voit donc des résultats, obtenus dans le dernier groupe d'expériences, qu'une injection préventive de bouillon dans la cavité abdominale exécutée même $10^1/_2$ heures avant une infection mortelle du péritoine avec une émulsion fécale est capable de sauver la vie d'un animal.

Pour bien apprécier dans ces expériences le rôle de l'injection de bouillon comme agent déterminant la résistance locale de la cavité abdominale, il faut d'abord éliminer du total des 28 expériences les deux premiers groupes — le premier, parce que l'infection du péritoine était trop faible, le second, parce qu'elle était trop forte. Il reste alors 15 expériences, dans lesquelles on avait constaté une différence du résultat final de l'infection entre les animaux préparés et les animaux neufs. Dans 3 de ces expériences il a été moins favorable pour les animaux préparés que pour les animaux neufs. Si l'on envisage le résultat des 12 expériences qui restent, le résultat de ces 3 expériences n'est pas tout à fait clair: dans une de ces expériences, où le lapin préparé a succombé après 7 heures $^1/_2$ et le lapin témoin après 11 heures, l'infection du péritoine a été évidemment trop forte; dans les deux autres expériences le résultat de l'autopsie plaide en faveur d'une faute de technique, commise pendant l'expérimentation.

Mais, même si l'on n'accepte pas cette explication, il résulte que, dans 12 expériences sur 15, donc dans $80^0/_0$ des cas, l'injection préventive de bouillon dans la cavité abdominale avait exercé sur l'infection fécale de cette cavité une action favorable: dans 6 expériences, qui font $40^0/_0$ des cas, elle avait prolongé la survie des animaux, dans 6 autres expériences, ou dans les autres $40^0/_0$ des cas, elle avait sauvé la vie aux animaux infectés.

Si l'on soumet les résultats de ces expériences à une critique plus sévère, ont peut éliminer du 5-e groupe d'expériences une expérience, dans laquelle le lapin préparé a survécu et le lapin témoin

a succombé, mais où ce n'est arrivé que 10 jours après l'infection; cette élimination est d'autant plus indiquée qu'à l'autopsie de cet animal l'auteur a constaté des foyers caséeux. De même on peut admettre que dans les expériences, dans lesquelles ont succombé les animaux préparés et neufs et dans lesquelles la différence dans le temps de la mort n'était pas très grande chez les animaux des deux catégories, cette différence pouvait dépendre de l'individualité des animaux en expérience. Et encore, si l'on n'accepte pas l'explication donnée pour le résultat des expériences du 3-me groupe et n'élimine du calcul que les expériences des 2 premiers groupes, il résulte que, sur 17 expériences en tout, le résultat final de l'infection a été meilleur chez les animaux témoins que chez les animaux préparés dans 2 expériences (11.1°/₀ des cas), qu'il a été à peu près le même chez les animaux des deux catégories dans 6 expériences (35.3°/₀ des cas) et plus favorable pour les animaux préparés que pour les animaux neufs dans 9 expériences (52.9°/₀ des cas): dans 4 de ces expériences (23.5°/₀ des cas) l'injection préventive de bouillon avait prolongé la vie de l'animal infecté d'une façon considérable, et dans 5 expériences (29.4°/₀ des cas) elle avait sauvé la vie de l'animal.

Il résulte donc de ces expériences, qu'une injection préventive de bouillon dans la cavité abdominale est souvent capable de déterminer une résistance locale de cette cavité à une infection mixte par des microbes intestinaux en association naturelle. Il suffit que cette injection soit faite 10 heures $^1/_2$ avant l'infection.

* * *

Les nombreuses recherches de différents auteurs sur le mécanisme intime de la résistance passagère non spécifique de la cavité abdominale n'ont pas abouti à un résultat concordant. Au contraire, les opinions des auteurs sur cette question diffèrent beaucoup entre elles, et on retrouve dans ces opinions le même désaccord qui règne jusqu'à présent dans les opinions des partisans des deux principales théories de l'immunité.

Vu les conditions très compliquées, que l'auteur a créées dans les recherches présentes, en provoquant chez les animaux une infection mixte, il serait fort risqué de vouloir trancher par ces expériences les questions de premier ordre, très difficiles à résoudre même dans des conditions beaucoup plus favorables, comme celles, qui se

présentent dans une infection simple. Néanmoins, les conditions créées dans ces expériences imitant très bien l'état de choses, qu'on trouve dans des cas pathologiques naturels, l'auteur a étudié d'une façon systématique la réaction cellulaire dans la cavité abdominale des animaux préparés et neufs, les variations quantitatives des microbes libres contenus dans le liquide péritonéal, la phagocytose de ces microbes, la phagolyse et la bactériolyse dans le même liquide à divers stades de l'infection, pour arriver à une opinion sur les réactions principales qui se produisent dans la cavité abdominale, dont la résistance locale à une infection mixte causée par des microbes intestinaux, a été renforcée par une injection préventive de bouillon.

Ces recherches ont été faites de la façon suivante. Dans chaque expérience l'auteur aspirait avec une pipette effilée, au cours de la maladie de l'animal, de la cavité abdominale des animaux préparés et neufs un peu de liquide, qu'il examinait au microscope. La ponction de la paroi abdominale d'un animal, dont la cavité péritonéale a été infectée, n'étant pas une opération tout à fait indifférente, surtout si l'on la répète souvent, l'auteur ponctionnait les animaux en expérience à intervalles assez espacés, de 1 heure et demie au moins, souvent de plus de 10 heures; c'est pourquoi le nombre des ponctions de l'abdomen et celui des échantillons du liquide péritonéal à examiner ne pouvait être dans ces expériences très considérable, surtout dans celles, où les animaux succombaient peu de temps après l'infection. Généralement l'auteur examinait dans chaque expérience plusieurs échantillons du liquide péritonéal, obtenus par aspiration de la cavité abdominale en différents stades de l'infection; ils étaient au nombre de six tout au plus. Ces aspirations ont été faites le plus tôt une heure et demie et le plus tard $86^1/_2$ heures après l'infection. Dans chaque expérience l'aspiration du liquide péritonéal a été faite toujours simultanément chez les animaux préparés et les animaux témoins, infectés simultanément et d'une façon identique.

Les préparations microscopiques du liquide péritonéal ont été fixées sur la lame par le mélange d'alcool et d'éther à parties égales et colorées au bleu de méthylène et à l'éosine dans toutes les expériences d'après deux méthodes, celle de Romanowski et celle de Plehn, la première colorant mieux les cellules, la seconde les microbes. Considérant la numération des différents éléments cellu-

laires contenus dans le liquide péritonéal comme peu précise, l'auteur s'est borné à constater dans chaque échantillon du liquide examiné la présence ou l'absence de différentes cellules et à se rendre compte d'une façon approximative de leur nombre, surtout il tâchait de déterminer, si le nombre de l'élément examiné a augmenté ou diminué depuis le stade précédent de l'infection qu'il avait étudié, et quel était le nombre de l'élément donné chez l'animal préparé en comparaison avec celui du même élément dans le liquide péritonéal correspondant de l'animal témoin. Ayant examiné dans toutes les expériences chaque échantillon de liquide péritonéal sur plusieurs préparations, l'auteur croit que ce procédé lui a fourni des résultats bien rapprochés de la verité.

Dans les préparations du liquide péritonéal l'auteur examinait d'abord les éléments cellulaires: lymphocytes, microphages (pseudo-éosinophiles et éosinophiles), macrophages et les hématies. C'étaient surtout les phagocytes qui attiraient son attention. L'auteur ne partage pas l'opinion de Wolff, qui identifie les macrophages trouvés dans le liquide abdominal avec les cellules qui tapissent les surfaces péritonéales; il envisage les macrophages et les reconnaît dans le liquide aspiré de la cavité abdominale en s'appuyant principalement sur les faits, fournis par les recherches de Dominici.

Chez les animaux témoins l'auteur trouvait constamment dans le liquide, aspiré de la cavité abdominale une demi-heure après l'infection de l'animal, des lymphocytes en petite quantité; $3-4^3/_4$ heures après l'infection il les trouvait encore en très petite quantité; dans une expérience, dans laquelle l'animal en question avait résisté à l'infection, il a constaté des lymphocytes encore dans un échantillon du liquide péritonéal, aspiré de la cavité abdominale 27 heures $^3/_4$ après l'infection.

Les microphages (pseudo-éosinophiles) se comportaient de la façon suivante: sur 4 expériences exécutées sur des lapins, dans lesquelles l'auteur avait examiné des échantillons du liquide retiré de la cavité abdominale une demi-heure après l'infection, dans 3 expériences les microphages faisaient défaut dans le liquide, et dans une expérience ils étaient peu nombreux; sur 4 expériences exécutées sur des cobayes, dans une expérience ils faisaient défaut dans le liquide péritonéal à cette époque, dans 2 expériences ils étaient très peu nombreux et dans une expérience ils étaient assez nombreux. Dans le liquide, retiré de la cavité abdominale d'un cobaye une heure et

demie après l'infection, les microphages étaient peu nombreux. Dans les échantillons du liquide, retiré de la cavité abdominale de lapins et de cobayes 3 heures après l'infection, les microphages étaient généralement encore peu nombreux, dans une expérience ils faisaient même tout à fait défaut. A partir de ce moment le nombre des microphages contenus dans le liquide péritonéal augmentait, de sorte que l'auteur trouvait parfois des nombreux microphages dans des échantillons du liquide, retiré de l'abdomen $4^1/_2$—$5^3/_4$ heures après l'infection, et dans toute une série d'expériences l'augmentation du nombre de microphages 6—$6^1/_2$ heures après l'infection a été déjà considérable. Les microphages, contenus dans le liquide, retiré de la cavité abdominale pendant les premières heures après l'infection, étaient quelquefois accumulés en amas assez grands. Quelquefois, même au bout de plus de 10 heures après l'infection, les microphages étaient toujours peu nombreux; mais dans la grande majorité des cas, dans cette période de l'infection et encore plus tard, le nombre de microphages augmentait continuellement ou du moins il restait le même. L'auteur a constaté un abaissement du nombre de microphages dans le liquide péritonéal dans une expérience le plus tôt 40 heures $^1/_4$ après l'infection, dans les autres expériences dans une période de l'infection encore plus avancée; dans toutes ces expériences tous les animaux ont resisté à l'infection.

L'auteur n'avait constaté qu'une seule fois la présence des leucocytes éosinophiles en très grande quantité dans un liquide, retiré de la cavité abdominale d'un cobaye 6 heures $^1/_2$ après l'infection.

Dans plusieurs expériences l'auteur a constaté la présence des macrophages dans le liquide péritonéal 10—12 heures après l'infection, dans 2 expériences même déjà après 6 heures; mais généralement les macrophages apparaissaient plus tard, et encore ils étaient alors peu nombreux; une fois l'auteur les a trouvé agglomérés en amas. Dans 6 expériences, dans lesquelles les animaux ont succombé à l'infection $10^1/_2$—21 heures après l'infection, les macrophages ne sont pas apparus du tout dans le liquide péritonéal. Dans les expériences, dans lesquelles les macrophages apparaissaient dans le liquide péritonéal, leur nombre augmentait le plus souvent après plus de 20 heures après l'infection; dans les stades avancés de l'infection les macrophages étaient dans le liquide péritonéal généralement nombreux; dans une expérience l'auteur avait trouvé en-

core des macrophages dans un liquide, retiré $74^1/_2$ heures après l'infection.

La phagocytose des microphages par les macrophages n'a été constatée par l'auteur chez les animaux témoins que dans un petit nombre d'expériences; l'auteur explique ce fait par la rapidité, avec laquelle la mort survenait chez les animaux de cette catégorie; contrairement à Wolff il n'a pu jamais constater la phagocytose des microphages par les macrophages dans les stades initials de l'infection; il constatait ce phénomène toujours plus tard, le plus tôt 16 heures $^3/_4$ après l'infection.

Dans les cas où le phénomène avait lieu, l'auteur a pu observer dans le liquide péritonéal pendant des dizaines d'heures après l'infection des giganto-phagocytes bourrés de microphages et de débris de leurs corps.

A côté des éléments cellulaires, dont il a été question, l'auteur rencontrait dans le liquide péritonéal des animaux infectés des hématies, éléments, qui peu abondants dans le liquide abdominal normal, apparaissent en nombre considérable dans l'épanchement produit par une péritonite septique. Dans des stades avancés de l'infection l'auteur trouvait dans le liquide péritonéal à côté des hématies libres d'autres englobées et digérées par des phagocytes; c'étaient surtout les macrophages qui dévoraient les hématies, mais quelquefois, dans les cas où la phagocytose des hématies était très forte, l'auteur a pu constater des hématies englobées aussi par des microphages.

Chez les animaux préparés les éléments cellulaires se comportaient dans le liquide péritonéal d'une façon un peu différente de celle des mêmes éléments chez les animaux témoins. Chez les animaux préparés l'auteur ne trouvait que rarement dans le liquide péritonéal des lymphocytes, généralement peu nombreux, et ceci chez les animaux qui ont succombé à l'infection de même que chez ceux qui lui ont résisté, le plus souvent dans les stades initials de l'infection, et seulement quelquefois aussi dans des stades un peu plus avancés.

Sur 9 expériences, exécutées sur des cobayes, dans lesquelles l'injection de bouillon a été faite 24 heures avant l'infection, dans le liquide retiré de la cavité abdominale une demi-heure après l'infection les microphages ne faisaient défaut que dans 2 expériences, dans les 7 autres expériences les microphages y étaient déjà, mais

généralement encore en petite quantité. 3 heures après l'infection ces éléments se trouvaient toujours dans le liquide péritonéal, quelquefois même leur nombre y était déjà considérable. Pendant les heures suivantes le nombre des microphages grandissait encore. Comme les aspirations du liquide péritonéal étaient exécutées dans ces expériences dans des intervalles espacés l'auteur n'a pu déterminer d'une façon tout à fait précise la durée de l'accroissement du nombre de microphages. Quelquefois l'auteur constatait une augmentation du nombre de ces éléments dans des échantillons du liquide péritonéal retiré 20 à 21 heures après l'infection, mais dans ces expériences le nombre des éléments examinés ne pouvait être comparé qu'avec celui, qui avait été constaté dans un échantillon du liquide retiré de la cavité abdominale $6-6^1/_2$ heures après l'infection. Les microphages étaient quelquefois agglomérés en amas dans le liquide examiné. Dans les stades plus avancés de l'infection le nombre de microphages diminuait; le plus tôt l'auteur a pu constater ce phénomène 23 heures après l'infection chez un animal préparé 18 heures avant l'infection, à laquelle il avait bien résisté. L'auteur a vu disparaître complètement les microphages du liquide péritonéal le plus tôt 45 heures après l'infection, chez un animal préparé 23 heures avant l'infection, à laquelle il avait résisté. Dans le liquide retiré 20 heures après l'infection de la cavité abdominale de cet animal le nombre de microphages était encore considérable. Dans quelques expériences le liquide péritonéal des cobayes et des lapins était très riche en éléments éosinophiles, surtout celui qui fut retiré de la cavité abdominale 3 heures ou 6 heures après l'infection; dans une expérience ces éléments étaient encore abondants dans les échantillons de liquide, aspirés $22^1/_2$ et même $46^1/_2$ heures après l'infection. Dans la grande majorité des expériences, chez les animaux préparés, qui ont résisté ou non résisté à l'infection, le nombre des microphages trouvés dans le liquide péritonéal à partir des premiers stades de l'infection était pendant toute la durée de l'accroissement du nombre de microphages dans ce liquide tout au moins aussi grand que dans le liquide correspondant des animaux témoins ou bien il le dépassait; le dernier cas a eu lieu dans 13 expériences sur 28 et ce n'était que dans 3 expériences que l'auteur avait constaté le contraire, notamment dans des échantillons de liquide, retirés de la cavité abdominale une demi-heure, 3 et $11^1/_2$ heures apres l'infection. Dans les échantillons du liquide péritonéal, retirés une demi-

heure après l'infection, excepté dans une seule expérience, les macrophages faisaient toujours défaut; mais dans plusieurs expériences l'auteur a pu constater ces éléments en petite quantité déjà 3 heures après l'infection. Dans la plupart des expériences les macrophages apparaissaient dans le liquide péritonéal des animaux préparés dans un stade plus précoce de l'infection que chez les animaux témoins, ou bien ils étaient chez les animaux préparés plus abondants que dans le liquide correspondant des animaux témoins. L'abaissement du nombre de macrophages dans les stades plus avancés de l'infection a été constaté dans 2 expériences plus tôt chez les animaux préparés que chez lex animaux témoins, notamment 45 heures après l'infection. Dans une seule expérience l'auteur a constaté l'englobement des microphages par les macrophages 3 heures après l'infection; ce phénomène apparaissait généralement plus tard, tout au moins 20 heures après l'infection. Le liquide péritonéal des animaux préparés renfermait, de même que celui des animaux témoins, des hématies, en partie libres, en partie, et ceci surtout dans les stades plus avancés de l'infection, englobées par des macrophages.

Sur 28 expériences, dans 2 expériences seulement le liquide péritonéal examiné ne renfermait pas de microbes libres; c'étaient des expériences, où la première aspiration du liquide péritonéal a été faite 17 et 11 heures après l'infection, à laquelle tous les animaux ont bien résisté; dans une expérience les microbes libres sont apparus d'une façon passagère dans le liquide péritonéal de l'animal préparé 60 heures après l'infection à la suite d'une petite blessure de l'intestin, complication fâcheuse, arrivée pendant l'aspiration du liquide péritonéal; l'animal en cause a bien résisté à cette seconde infection, tandis que l'animal témoin, dont le liquide péritonéal avait été retiré 11 heures $^1/_2$ après l'infection, a succombé au bout de 19 heures $^1/_2$. Dans 2 expériences les microbes libres sont apparus d'une façon passagère dans le liquide péritonéal des animaux préparés, retiré 36 et 23 heures après l'infection; dans les stades précédents de l'infection les microbes libres n'ont pu être constatés dans le liquide péritonéal, peut-être parce qu'ils étaient alors encore trop peu nombreux; dans ces deux expériences tous les animaux ont résisté à l'infection. Dans les 23 expériences qui restent le liquide péritonéal de tous les animaux, préparés et neufs, renfermait des microbes libres. tout au moins dans les stades initials de l'in-

fection. Dans 4 de ces expériences le nombre des microbes libres renfermés dans le liquide péritonéal décroissait avec le temps jusqu'à ce que les microbes ne disparussent totalement de ce liquide, ce qui n'a pas empêché à un animal préparé de succomber à l'infection après 115 heures; un animal témoin mort 10 jours après l'infection, a succombé probablement à une autre maladie; tous les autres animaux ont résisté à l'infection. Dans une expérience les microbes libres ont complètement disparu du liquide péritonéal de l'animal préparé déjà 11 heures après l'infection. Dans 2 expériences les microbes libres ont complètement disparu du liquide péritonéal des animaux préparés, tandis que chez les animaux témoins on n'a pu constater qu'un abaissement de leur nombre au cours de l'infection; malgré cela un animal préparé a succombé à l'infection au bout de 75 heures. Quelquefois les microbes libres disparaissaient au cours de l'infection du liquide péritonéal pour y apparaître de nouveau après un certain temps; ce qui est arrivé dans une expérience même deux fois de suite. Dans beaucoup d'expériences, dans lesquelles les animaux, préparés ou neufs, ont succombé à l'infection, l'auteur a pu constater après une période de décroissement du nombre des microbes libres renfermés dans le liquide péritonéal une période de pullulation de ces microbes; avec cela il a pu constater, que souvent certaines espèces de microbes, surtout celle du type du coli-bacille, pullulaient en même temps que d'autres espèces disparaissaient, surtout des longs bacilles se colorant mal avec le bleu de méthylène; quelquefois les microbes du type du coli-bacille apparaissaient subitement dans le liquide péritonéal: il s'y produisait, dirait-on, une crise microbienne. Dans toute une série d'expériences, dans lesquelles les animaux préparés et neufs ont résisté à l'infection, ou bien lui ont succombé simultanément, de même dans des expériences, où la mort des animaux témoins était plus rapide que celle des animaux préparés et en d'autres où les animaux témoins ont succombé à l'infection tandis que les animaux préparés lui ont résisté, les microbes libres étaient dans les stades initials de l'infection moins nombreux dans le liquide péritonéal des animaux préparés, que dans celui des animaux témoins; dans quelques expériences, dans lesquelles la marche de l'infection se prolongeait, l'auteur a pu constater le même fait dans des stades plus avancés de l'infection. Dans les cas, où les microbes libres disparaissaient complètement au cours de l'infection du liquide péritonéal

des animaux préparés et neufs, l'auteur le constatait plus tôt chez les animaux préparés que chez les animaux témoins. On peut donc tirer de ces expériences la conclusion, que dans une infection fécale artificielle de la cavité abdominale, provoquée par une association naturelle des microbes intestinaux, une injection préventive de bouillon crée dans la dite cavité un état de choses qui est en général défavorable au développement et à la multiplication des microbes.

Dans toutes les expériences, où le liquide péritonéal renfermait des microbes libres, l'auteur a constaté la phagocytose des microbes surtout par les éléments pseudo-éosinophiles, assez souvent par les macrophages et quelquefois par les éosinophiles. La phagocytose des microbes n'apparaissait qu'un certain temps après l'infection. Sur 9 expériences, dans lesquelles a été examiné le liquide péritonéal, retiré de la cavité abdominale une demi-heure après l'infection, l'auteur n'a pu constater la phagocytose des microbes à cette période que dans 3 expériences chez les animaux préparés, et encore le phénomène était alors peu prononcé; chez les mêmes animaux la phagocytose des microbes dans le liquide retiré de la cavité abdominale 3 heures après l'infection était un phénomène presque constant, quoique son intensité fût encore faible; en même temps le nombre des microbes libres renfermés dans le liquide péritonéal apparaissait diminué. Ce n'était que dans les périodes plus avancées de l'infection, que dans une partie des expériences l'auteur a pu constater une phagocytose de microbes plus intense. Ni chez les animaux préparés ni chez les animaux témoins il n'y avait de rapport constant entre le nombre des microbes libres contenus dans le liquide péritonéal et l'intensité de la phagocytose des microbes. Dans une partie des expériences, dans lesquelles les animaux ont résisté ou non résisté à l'infection, avec l'abaissement du nombre des microbes libres dans le liquide péritonéal, la phagocytose des microbes devenait de plus en plus forte; dans d'autres expériences, au contraire, elle devenait de plus en plus faible, de sorte qu'avec la disparition des microbes libres du liquide péritonéal, les microbes englobés par des phagocytes y disparaissaient aussi; ce n'était que dans quelques expériences que l'auteur a pu constater un certain rapport entre les variations quantitatives des microbes libres et l'intensité de la phagocytose. Dans les expériences où les microbes libres se multipliaient dans le liquide péritonéal au cours de l'in-

fection, l'intensité de la phagocytose des microbes était à différentes époques très différente, de sorte que dans ce groupe d'expériences on ne pouvait non plus établir un rapport constant entre l'intensité de la phagocytose et les variations quantitatives des microbes libres contenus dans le liquide péritonéal. Dans toute une série d'expériences, chez les animaux préparés et neufs, qui ont résisté à l'infection ou bien qui lui ont succombé, dans tous les stades de l'infection que l'auteur avait examiné, la phagocytose des microbes dans le liquide péritonéal était en général faible, de même dans les cas où les microbes libres étaient nombreux dans les stades initials de l'infection, que dans ceux, où ils étaient peu abondants dans le liquide péritonéal; seulement dans une de ces expériences la phagocytose des microbes a été intense dans les stades plus avancés de l'infection. Dans quelques-unes de ces expériences malgré la faible intensité de la phagocytose, les microbes libres devenaient dans le liquide péritonéal de plus en plus rares et disparaissaient même tout à fait de ce milieu. Chez deux animaux témoins, dont un a succombé à l'infection 10 jours et l'autre 18 heures après l'infection, dans le liquide, retiré de la cavité abdominale chez l'un 36 heures et chez l'autre 16 heures $^{1}/_{4}$ après l'infection, les microbes libres n'étaient pas englobés par des phagocytes, bien qu'ils les entourassent de très près. Dans une série d'expériences, où les microbes libres étaient nombreux dans le liquide péritonéal dès le début de l'infection, ou bien où ils s'étaient multipliés pendant la maladie de l'animal, la phagocytose des microbes était aussi faible. Dans les autres expériences, dans lesquelles les animaux ont succombé à l'infection, l'auteur a pu constater dans le liquide péritonéal, surtout dans les échantillons retirés de la cavité abdominale dans les heures qui précédaient la mort des animaux, à côté des microbes libres, généralement abondants, une phagocytose intense des microbes — une observation qui confirme l'opinion de l'auteur sur la théorie des phagocytes, notamment que même une phagocytose intense ne suffit pas toujours pour sauver la vie d'un animal infecté. En comparant l'intensité de la phagocytose des microbes (le nombre des microbes libres a été toujours pris en considération) dans les échantillons du liquide péritonéal correspondant des animaux préparés et des animaux neufs, l'auteur a trouvé, que dans 6 expériences sur 28 la phagocytose des microbes faisait défaut dans tous les échantillons examinés du liquide péritonéal des ani-

maux des deux catégories; dans 2 de ces expériences, dans lesquelles tous les animaux ont résisté à l'infection et dans une troisième, dans laquelle l'animal préparé a succombé 115 heures après l'infection, tandis que l'animal témoin lui a résisté, dans tous les échantillons examinés du liquide péritonéal les microbes libres faisaient aussi défaut; dans la quatrième expérience les microbes libres ont été constatés seulement 5 heures $^3/_4$ après l'infection; dans les 2 expériences qui restent les animaux préparés ont résisté à l'infection et les animaux témoins ont succombé; dans une de ces expériences les microbes ont apparu dans le liquide péritonéal de l'animal préparé 60 heures après l'infection, à la suite d'une blessure accidentelle de l'intestin, dans l'autre expérience le liquide péritonéal des deux animaux, surtout celui de l'animal témoin, renfermait des microbes libres, même assez nombreux dans les stades initials de l'infection, mais les phagocytes ne les englobaient pas. Dans 8 autres expériences (sur 28 expériences en tout) l'intensité de la phagocytose des microbes dans le liquide péritonéal était dans les stades initials de l'infection à peu près la même chez les animaux préparés et les animaux neufs; ce n'était que dans les stades plus avancés de l'infection que la phagocytose devenait plus intense dans le liquide péritonéal des animaux, où les microbes libres s'étaient multipliés d'une façon considérable. Dans les 14 expériences qui restent l'intensité de la phagocytose des microbes dans le liquide péritonéal des animaux préparés différait de celle qu'on pouvait observer dans le liquide péritonéal correspondant des animaux témoins, et cela au profit des animaux préparés: dans 6 expériences le phénomène en question était dans les mêmes stades de l'infection plus intense chez les animaux préparés que chez les animaux témoins, dans 6 autres expériences la phagocytose des microbes était apparue dans le liquide péritonéal des animaux préparés dans des stades plus précoces de l'infection que chez les animaux neufs, et dans 2 expériences la phagocytose des microbes était chez les animaux préparés plus intense, et en même temps elle était plus précoce. Mais l'intensité, resp. la précocité, de la phagocytose des microbes n'a pu exercer une influence favorable et décisive sur le résultat final de l'infection que dans une partie de ces expériences: dans 4 de ces expériences les animaux témoins ont survécu à l'infection, de même que les animaux préparés, dans 3 expériences les animaux des deux catégories sont morts à peu

près simultanément, dans une expérience même la mort de l'animal préparé avait précédé celle de l'animal neuf; ce n'est que dans 4 expériences que la survie de l'animal préparé avait surpassé celle de l'animal témoin, et dans 2 expériences l'animal préparé avait survécu, tandis que l'animal de contrôle avait succombé à l'infection. Il est vrai, que ce n'était pas dans toutes les expériences, où le résultat final de l'infection était meilleur pour les animaux préparés que pour les animaux de contrôle, que la phagocytose des microbes était plus intense, resp. plus précoce, dans le liquide péritonéal des animaux préparés; mais tout de même l'analyse de toutes les expériences de l'auteur démontre, qu'excepté une seule expérience, dans laquelle les deux animaux ont succombé à l'infection (l'animal préparé un peu plus tôt que l'animal neuf), une intensité de la phagocytose supérieure chez les animaux préparés à celle, qu'on trouvait dans le liquide péritonéal des animaux témoins, resp. la précocité de la phagocytose chez les animaux préparés, n'a été constatée par l'auteur que dans ces expériences, dans lesquelles le résultat final de l'infection a été en somme plus favorable pour les animaux préparés que pour les animaux neufs.

Vu la leucopénie passagère, que beaucoup d'auteurs ont observée dans le liquide péritonéal dans les premiers temps qui suivent l'introduction dans la cavité abdominale des corps ou des liquides étrangers, même indifférents — un phénomène constant, mais sur le mécanisme duquel les opinions des auteurs sont encore partagées — et vu la possibilité que dans un liquide péritonéal, renfermant des phagocytes, des substances bactéricides diffusent du corps des éléments altérés dans le liquide ambiant, l'auteur a examiné dans tous les échantillons du liquide péritonéal l'état, dans lequel se trouvaient les phagocytes. Il constatait le phénomène de la phagolyse, quand le corps des phagocytes était tuméfié, quand les granulations du protoplasme se coloraient d'une façon anomale, quand ces granulations confluaient pour former des amas irréguliers ou des corps sphériques, bien colorés, quand le corps du phagocyte était désagrégé par un grand nombre de vacuoles qui s'étaient produites dans son intérieur, quand il trouvait des granulations cellulaires libres ou leurs produits pathologiques à côté de débris cellulaires, quand les noyaux des phagocytes présentaient des anomalies morphologiques, se coloraient d'une façon anomale, quand ils présentaient une vacuolisation prononcée ou une désagrégation et quand il les trouvait

libres dans le voisinage de débris cellulaires. Dans chaque expérience l'auteur tâchait à comparer l'intensité de la phagolyse dans les échantillons correspondants du liquide péritonéal des animaux préparés et des animaux neufs. Cet examen a donné les résultats suivants: chez les animaux témoins, dans toutes les 9 expériences, dans lesquelles l'auteur avait examiné un liquide péritonéal retiré une demi-heure après l'infection, la phagolyse faisait défaut; dans une expérience le phénomène en question n'était pas net une heure et demie après l'infection; dans 4 expériences l'auteur n'a pu le constater encore 3 heures après l'infection, et dans 8 autres expériences la phagolyse était encore faible à cette période. Il résulte donc de ces expériences que dans les 3 premières heures qui suivaient l'infection de la cavité abdominale d'un animal neuf avec des matières fécales, il n'y avait pas de phagolyse notable dans le liquide péritonéal, et que le phénomène ne commence qu'à la fin de cette période. Comme il fallait conserver les animaux en expérience pour pouvoir répondre aux questions principales, que l'auteur s'était posé, il n'a pu étudier sur ces animaux la question de l'émigration des leucocytes de la cavité abdominale à la surface et à l'intérieur de différents organes ni celle des altérations de ces éléments émigrés de la cavité abdominale dans la période de la leucopénie passagère du liquide péritonéal dans le stade initial de l'infection. Ces expériences ne peuvent donc résoudre la question du mécanisme de la dite leucopénie passagère; mais leur résultat ne parle pas en faveur d'une phagolyse intense dans la cavité abdominale dans les premiers temps après l'envahissement de cette cavité par des microbes, car même si les phagocytes altérés s'étaient plantés sur la surface des organes abdominaux ou avaient émigré en dehors de la cavité péritonéale on aurait dû trouver du moins quelques-uns de ces éléments dans le liquide péritonéal, ce qui n'est pas arrivé. Chez les animaux préparés, dans 7 expériences sur 9, dans lesquelles le liquide péritonéal a été aspiré une demi-heure après l'infection, l'auteur a constaté à cette époque une phagolyse des microphages, généralement très faible encore; au bout de $3—3^1/_2$ heures après l'infection, l'auteur n'a pu constater ce phénomène que dans la moitié des expériences; au bout de $4^1/_2—5^3/_4$ heures après l'infection il l'a constaté dans 3 expériences sur 4, au bout de $6—6^1/_2$ heures après l'infection dans 7 expériences sur 8; à cette époque la phagolyse était quelquefois déjà très prononcée. Au bout de 11 à 12 heures après l'infection la

phagolyse des microphages dans le liquide péritonéal était un phénomène constant et souvent très prononcé. Dans les stades plus avancés de l'infection l'auteur a pu constater une phagolyse des microphages plus ou moins prononcée dans le liquide péritonéal de tous les animaux examinés qui ont succombé à l'infection et de ceux qui lui ont résisté; le phénomène, très prononcé, a été constaté dans une expérience encore 86 heures $^1/_2$ après l'infection. En comparant l'intensité de la phagolyse des microphages dans les échantillons correspondants du liquide péritonéal des animaux préparés et neufs, l'auteur est arrivé au résultat suivant. Dans 28 sur 68 cas examinés il n'y avait pas de différence prononcée à cet égard entre les animaux des deux catégories; dans 11 cas la phagolyse était plus prononcée dans le liquide péritonéal des animaux témoins, que dans celui des animaux préparés, et dans 29 cas le phénomène était beaucoup plus prononcé chez les animaux préparés que chez les animaux témoins; une différence prononcée sur ce point au profit des animaux préparés a été constatée surtout dans les échantillons du liquide péritonéal retiré de la cavité abdominale dans les stades initials de l'infection, donc à une époque où chez les animaux témoins la phagolyse des microphages était très faible ou bien n'était pas encore du tout apparue; dans les stades plus avancés de l'infection, au fur et à mesure que le phénomène devenait plus prononcé, la différence à cet égard entre les animaux préparés et les animaux témoins diminuait. Dans beaucoup d'échantillons du liquide péritonéal des animaux préparés et neufs l'auteur a constaté, surtout dans les stades plus avancés de l'infection, à côté d'une phagolyse des microphages la phagolyse des macrophages; ce phénomène a été constaté par l'auteur le plus tôt 11 heures et le plus tard 86 heures $^1/_2$ après l'infection; il a été dans les stades plus avancés de l'infection presque constant; l'auteur n'a pu constater une différence prononcée dans l'intensité de la phagolyse des macrophages dans les échantillons du liquide péritonéal correspondant entre les animaux préparés et les animaux témoins.

En examinant les échantillons du liquide péritonéal au microscope l'auteur tâchait de ce rendre compte de l'état des microbes libres, pour déterminer, si dans le liquide examiné avait lieu une bactériolyse extra-cellulaire. C'était une tâche assez difficile, vu qu'il s'agissait dans ces expériences d'une infection mixte et surtout qu'un certain nombre de microbes renfermés dans l'émulsion fécale, dont

l'auteur se servait pour infecter les animaux, étaient dégénérés encore avant leur introduction dans la cavité abdominale. Il fallait donc examiner minutieusement les émulsions fécales à cet égard avant l'infection des animaux ; mais malgré cet examen les difficultés étaient si grandes que l'auteur n'a pu déterminer que dans une partie de ses expériences, qu'il avait affaire dans le liquide péritonéal examiné à une bactériolyse extra-cellulaire, qui semblait bien être produite dans l'organisme infecté même et sous l'influence des agents qui entraient en jeu au cours de l'infection; sur 23 expériences, dans lesquelles on pouvait constater des microbes libres dans le liquide péritonéal, ce n'était que dans 14 expériences que l'auteur a pu constater avec une grande vraisemblance une bactériolyse extra-cellulaire. L'auteur envisageait comme signes de bactériolyse différentes anomalies morphologiques des microbes libres, qui généralement étaient la suite d'un gonflement ou d'une contraction du corps du microbe, la transformation des bacilles en granules et des anomalies dans la coloration des microbes (coloration trop faible ou trop intense par le bleu de méthylène, coloration par l'éosine); quelquefois l'auteur a pu observer tous les stades d'une vraie dissolution d'une certaine espèce microbienne dans le liquide ambiant. Dans plusieurs expériences l'auteur a pu constater au cours de l'infection qu'une certaine espèce microbienne, le plus souvent des bacilles longs, assez minces, ou bien des grands microbes sphériques ou oviformes, subissaient une bactériolyse extra-cellulaire dans le liquide péritonéal en même temps qu'une autre espèce microbienne, le plus souvent des microbes présentant l'aspect du colibacille, pullulaient; par contre, l'auteur n'a pu jamais constater que certains individus de la même espèce microbienne dégénèrent en dehors des phagocytes dans un liquide péritonéal en même temps que d'autres individus de la même espèce se multiplient. Une bactériolyse extra-cellulaire, due très probablement à des agents de l'organisme infecté, n'a pu être constatée avant 3 heures après l'infection; dans 7 expériences le phénomène a été à cette époque déjà très net, dans 2 autres le résultat de l'examen n'était pas tout à fait certain. Ce n'est que dans 5 expériences que l'auteur a constaté un renforcement successif de la bactériolyse extra-cellulaire dans le liquide péritonéal au cours de l'infection. L'auteur a observé le phénomène en question chez les animaux préparés et les animaux de contrôle. La différence à cet égard entre les animaux des deux ca-

tégories n'était pas grande; dans 6 expériences le phénomène a été constaté chez les animaux préparés et neufs à la même époque et son intensité était chez les animaux des deux catégories à peu près la même; dans une expérience la bactériolyse extra-cellulaire n'a été constatée que dans le liquide péritonéal de l'animal préparé, retiré de la cavité abdominale 23 heures après l'infection, mais c'était dans cette expérience la seule époque, où des microbes libres ont apparu dans le liquide abdominal; dans une autre expérience la bactériolyse extra-cellulaire a été constatée seulement chez l'animal témoin, qui avait résisté à l'infection; chez l'animal préparé, qui avait succombé à l'infection au bout de 115 heures, le phénomène faisait défaut dans le liquide péritonéal. Dans 5 expériences la bactériolyse extra-cellulaire a apparu seulement dans le liquide péritonéal des animaux préparés; dans une de ces expériences l'animal préparé a succombé à l'infection 3 heures $^1/_2$ avant l'animal de contrôle; dans une autre expérience les deux animaux sont morts à la même heure, dans la troisième de ces expériences l'animal préparé est mort 23 heures après l'animal témoin et dans les 2 expériences qui restent les animaux préparés ont résisté à l'infection tandis que les animaux de contrôle lui ont succombé. Enfin dans une expérience la bactériolyse extra-cellulaire a apparu chez l'animal préparé dans un stade plus précoce de l'infection que chez l'animal témoin; dans cette expérience l'animal préparé a aussi résisté à l'infection et l'animal de contrôle lui a succombé. Il ne résulte donc pas de ces expériences qu'il existe un rapport entre la bactériolyse extra-cellulaire dans le liquide péritonéal des animaux infectés et l'injection intra-péritonéale de bouillon qui précédait l'infection, et non plus il n'en résulte pas un rapport entre le résultat final de l'infection et la bactériolyse extra-cellulaire. Tout de même il faut noter le fait, que sur les 7 expériences, dans lesquelles l'auteur avait constaté une différence concernant la bactériolyse extra-cellulaire entre les animaux préparés et les neufs, dans 5 expériences le phénomène a apparu exclusivement, ou bien dans un stade plus précoce de l'infection, chez les animaux, pour lesquels le résultat final de l'infection a été plus favorable; dans une expérience seulement la bactériolyse extra-cellulaire a apparu seulement chez l'animal, dont la mort avait été plus rapide que celle de l'autre animal, et dans une autre expérience le phénomène a apparu de même seulement chez l'animal préparé

qui a succombé à l'infection assez vite et à peu près en même temps que l'animal neuf.

L'auteur a tâché aussi de se rendre compte, s'il existait une relation entre la bactériolyse extra-cellulaire dans le liquide péritonéal et la phagolyse. Il a constaté que dans 4 expériences (dans 3 expériences chez les animaux préparés et dans une expérience chez l'animal de contrôle) la bactériolyse extra-cellulaire avait lieu dans le liquide péritonéal peu de temps après l'infection, dans une période, où la phagolyse y faisait encore défaut; dans 5 expériences (dans une expérience chez l'animal préparé et dans 4 expériences chez les animaux témoins) l'auteur a constaté une bactériolyse extracellulaire à différentes époques et en même temps une phagolyse bien faible. Par contre, dans 9 expériences (dans 6 expériences chez les animaux préparés, dans une expérience chez l'animal de contrôle et dans 2 expériences chez les animaux préparés et neufs) l'auteur a constaté qu'au fur et à mesure que la phagolyse dans le liquide péritonéal se renforçait au cours de l'infection, la bactériolyse extracellulaire y devenait de plus en plus prononcée. Ce n'était que dans 5 de ces 9 expériences que ce parallélisme des deux phénomènes a été constaté chez des animaux préparés, dont la survie était de plus longue durée que celle des animaux de contrôle, ou bien chez des animaux préparés qui ont résisté à l'infection, tandis que les animaux témoins lui ont succombé.

* * *

L'examen bactériologique du liquide péritonéal des animaux infectés en différentes périodes de l'infection et l'analyse détaillée des principales réactions et des actes de défense qui ont été constatés dans ce liquide ont permis à l'auteur de se rendre compte de l'ensemble et de la marche de ces processus au cours de la maladie et de se former une opinion sur le rôle, qu'ils avaient joué dans ses expériences. Dans les différents groupes de ces expériences les processus en cause se présentaient de la façon suivante.

Dans le 1-r groupe d'expériences, dans lesquelles tous les animaux, préparés et neufs ont résisté à l'infection, trop faible dans ces expériences, dans tous les cas où le liquide péritonéal renfermait, surtout dans les stades initials de l'infection, des microbes libres, les phagocytes les englobaient; quoique la phagocytose fût quelquefois assez faible, surtout quand les microbes libres étaient

peu nombreux. Dans les cas, où les microbes libres disparaissaient du liquide péritonéal, les phagocytes, qui renfermaient des microbes englobés, en disparaissaient aussi. Dans 2 expériences de ce groupe à une certaine période de l'infection les microbes libres s'étaient multipliés dans le liquide péritonéal; en même temps on a pu constater que les phagocytes les englobaient et cette phagocytose a disparu dans une de ces expériences en même temps que les microbes libres. La bactériolyse extra-cellulaire n'a apparu que dans 2 expériences de ce groupe, et notamment dans une de ces expériences chez l'animal témoin, à une époque, où la phagocytose des microbes n'a pas encore apparu dans le liquide péritonéal; plus tard, la bactériolyse extra-cellulaire a été chez cet animal assez prononcée, tandis que la phagocytose des microbes était généralement très faible. Dans toutes les expériences de ce groupe apparaissait dans le liquide péritonéal une phagolyse des microphages, et quelquefois aussi une phagolyse des macrophages; ce phénomène apparaissait donc quelquefois dans un liquide péritonéal, qui ne renfermait point, même dans les stades initials de l'infection, de microbes soit libres, soit englobés par des phagocytes. Il n'y avait dans ces expériences nulle relation entre la phagolyse et la bactériolyse extra-cellulaire.

Dans le 2-me groupe d'expériences, dans lesquelles les animaux préparés et neufs ont succombé à l'infection simultanément et dans lesquelles les microbes libres soit étaient nombreux dans le liquide péritonéal dès le début de l'infection soit s'y sont multipliés dans un stade plus avancé de l'infection, le moyen principal de la défense de l'organisme était la phagocytose des microbes, dans 2 de ces expériences en général faible, dans une expérience chez l'animal préparé très prononcée, mais en somme insuffisante pour sauver la vie des animaux. Dans une de ces expériences, à côté d'une phagocytose faible des microbes il s'est établi surtout dans le liquide péritonéal de l'animal préparé, presque dès le début de l'infection, une bactériolyse extra-cellulaire; la phagolyse était faible dans cette expérience, même dans les stades plus avancés de l'infection; dans les 2 autres expériences la bactériolyse extra-cellulaire n'a pas apparu dans le liquide péritonéal, tandis que la phagolyse des microphages y avait lieu.

Dans le 3-me groupe d'expériences, dans lesquelles le résultat final de l'infection a été moins favorable pour les animaux préparés que pour les animaux témoins, les microbes libres soit ont été nom-

breux dans le liquide péritonéal des animaux qui ont succombé dès le début de l'infection, soit s'y sont multipliés; la phagocytose des microbes dans le liquide péritonéal était chez ces animaux généralement faible, quelquefois même, surtout dans les stades initials de l'infection, douteuse ou nulle. Par contre, chez 2 animaux témoins qui ont résisté à l'infection et chez un troisième animal de la même catégorie, dont la survie a été un peu plus longue que celle de l'animal préparé correspondant, la bactériolyse extra-cellulaire dans le liquide péritonéal a été très prononcée. Quoique une phagolyse de plus en plus prononcée au cours de l'infection se fût établie dans le liquide péritonéal de tous les animaux qui ont servi aux expériences de ce groupe, la bactériolyse extra-cellulaire n'y a apparu que dans les expériences citées plus haut, donc dans quelques-unes seulement.

Dans le 4-me groupe d'expériences, dans lesquelles la survie des animaux préparés a été de plus longue durée que celle des animaux témoins, le liquide péritonéal de tous les animaux, excepté un seul, renfermait des microbes libres, généralement assez nombreux dans les stades initials de l'infection. Chez tous les animaux le nombre de microbes libres diminuait d'abord au cours de l'infection dans le liquide péritonéal, pour augmenter ensuite et entraîner la mort des animaux. Dans 4 de ces expériences les microbes libres étaient déjà dans les stades initials de l'infection, une demi-heure ou une heure et demie après l'infection, moins nombreux dans le liquide péritonéal des animaux préparés que dans celui des animaux témoins, et dans 2 expériences le décroissement du nombre de microbes libres avait au cours de l'infection une marche plus rapide ou bien était plus prononcé chez les animaux préparés que chez les animaux neufs. La phagocytose des microbes a été dans ce groupe d'expériences dans les stades initials de l'infection généralement faible, même parfois nulle; elle ne devenait plus prononcée que dans les stades plus avancés de l'infection et simultanément le nombre des microbes libres renfermés dans le liquide péritonéal décroissait; quelquefois seulement elle était très forte vers la fin de l'infection, à une époque quand les microbes libres avaient déjà pullulé dans le liquide péritonéal, de sorte que ce liquide renfermait alors à côté d'une quantité considérable de microbes englobés beaucoup de microbes libres. La phagocytose des microbes a été dans ce groupe d'expériences généra-

lement plus prononcée chez les animaux préparés que chez les animaux neufs. Dans 4 expériences de ce groupe a eu lieu dans le liquide péritonéal des animaux préparés et neufs une bactériolyse extra-cellulaire; dans une expérience ce phénomène n'a apparu que chez l'animal témoin. Dans toutes les expériences de ce groupe dans le liquide péritonéal des animaux préparés et neufs apparaissait la phagolyse, généralement assez faible, et plus prononcée seulement dans quelques-unes de ces expériences dans les stades avancés de l'infection; généralement le phénomène a été plus prononcé chez les animaux préparés que chez les animaux neufs. La bactériolyse extra-cellulaire ne pouvait dépendre, tout au moins elle ne pouvait dépendre uniquement dans ce groupe d'expériences, de la phagolyse qui avait lieu dans le liquide péritonéal, la bactériolyse étant dans un certain nombre d'expériences un phénomène beaucoup plus précoce que la phagolyse.

Dans le 5-me groupe d'expériences, dans lesquelles les animaux préparés ont résisté à l'infection et les animaux témoins ont succombé, les microbes libres étaient en général moins nombreux dans le liquide péritonéal des animaux préparés et neufs que dans les expériences du groupe précédent. Le plus souvent ils étaient moins nombreux chez les animaux préparés que chez les animaux témoins déjà dans les stades initials de l'infection. Chez les animaux préparés les microbes libres disparaissaient peu a peu du liquide péritonéal, parfois après une multiplication passagère; chez les animaux témoins les microbes libres le plus souvent ne disparaissaient pas complètement du liquide péritonéal; excepté un seul cas, où l'animal n'a succombé à l'infection que 10 jours après l'injection, il n'y avait chez ces animaux au cours de l'infection qu'un abaissement du nombre des microbes libres dans le liquide péritonéal, insuffisant pour que les animaux en cause pussent résister à l'infection, ou bien les microbes libres commençaient à pulluler à une certaine période de l'infection, ce qui tuait les animaux. La phagocytose des microbes a été généralement assez faible dans ce groupe d'expériences, surtout dans les stades initials de l'infection; mais le plus souvent le phénomène était plus prononcé dans le liquide péritonéal des animaux préparés que dans celui des animaux neufs. Dans 2 expériences, où à une certaine époque il y avait une multiplication passagère des microbes libres dans le liquide péritonéal des animaux préparés, en même temps la phagocytose des microbes

est devenue plus forte. Dans 3 expériences de ce groupe il y avait une multiplication des microbes libres dans le liquide péritonéal des animaux témoins; ce n'est que dans une de ces expériences. que la phagocytose des microbes s'est renforcée en même temps, ce qui n'a pas empêché la mort de l'animal, dans les 2 autres expériences à l'époque où les microbes libres pullulaient dans le liquide péritonéal, la phagocytose faisait défaut ou bien restait faible, comme elle l'était avant la multiplication des microbes. La bactériolyse extra-cellulaire a apparu d'une façon prononcée dans 2 expériences de ce groupe chez les animaux des deux catégories, dans une 3-me expérience le phénomène n'était pas tout à fait net dans le liquide péritonéal de l'animal préparé. Dans ce groupe d'expériences, comme dans les groupes précédents, il n'y avait non plus de relation évidente entre la bactériolyse extra-cellulaire et la phagolyse; la bactériolyse extra-cellulaire apparaissait dans le liquide péritonéal à un moment où la phagolyse y faisait encore défaut, ou bien la bactériolyse extra-cellulaire était déjà très prononcée à une période, où la phagolyse était encore très faible; enfin, dans plusieurs cas la phagolyse dans le liquide péritonéal était très prononcée et la bactériolyse extra-cellulaire n'y apparaissait pas du tout.

En résumé, la réaction cellulaire dans le liquide péritonéal des animaux infectés a été la suivante. Chez les animaux neufs peu de temps après l'infection apparaissent dans le liquide péritonéal en assez petite quantité des lymphocytes, qui ne disparaissent pas de ce liquide pendant plus de 10 heures, et qu'on peut quelquefois y rencontrer encore 28 heures après l'infection. A peu près en même temps que les lymphocytes, apparaissent dans le liquide péritonéal des microphages, pour la plupart des cellules pseudo-éosinophiles, qu'on rencontre souvent, surtout chez des cobayes, en petite quantité; déjà une demi-heure après l'infection; leur nombre s'accroît pendant plus de 10 heures, quelquefois pendant des dizaines d'heures; parfois ils sont très nombreux déjà au bout de $4^1/_2$—$6^1/_2$ heures après l'infection. Dans la période, où les cellules pseudo-éosinophiles deviennent de plus en plus nombreuses, apparaissent quelquefois, en conditions indéterminées, des très nombreuses cellules éosinophiles. L'abaissement du nombre de microbes dans le liquide péritonéal ne commence que dans les stades plus avancés de l'infection, ce qui n'arrivait dans ces expériences pas avant 40 heures après l'infection. De 10 à 20 heures après l'infection, quelquefois un peu plus tôt,

apparaissent dans le liquide péritonéal des macrophages, d'abord en petite quantité, ensuite ils deviennent plus nombreux; on les rencontre dans le liquide péritonéal en grande quantité pendant des dizaines d'heures après l'infection. Généralement dans les stades plus avancés de l'infection, les macrophages commencent à englober et à digérer les microphages; ils englobent aussi des hématies, qui rarement sont aussi dévorées par les microphages.

Chez les animaux préparés on ne rencontre que rarement des lymphocytes dans le liquide péritonéal, ce qui arrive le plus souvent encore dans les stades initials de l'infection; les lymphocytes sont alors peu nombreux. Les microphages se trouvent dans le liquide péritonéal des animaux préparés d'ordinaire déjà une demi-heure après l'infection; à cette époque il y sont encore peu nombreux, mais leur nombre dans ce liquide s'accroît rapidement, de sorte que parfois ils y sont nombreux déjà 3 heures après l'infection. Le nombre des microphages renfermés dans le liquide péritonéal s'accroît pendant plus de 10 heures, quelquefois pendant 20 heures, pour s'abaisser ensuite, ce qui peut amener la disparition complète de ces éléments du liquide péritonéal; cela n'arrive pas avant 45 heures après l'infection. Quelquefois à l'époque de la leucocytose locale dans la cavité abdominale apparaissent dans le liquide péritonéal à côté des éléments pseudo-éosinophiles des cellules éosinophiles en grande quantité. Les macrophages apparaissent dans le liquide péritonéal parfois déjà au bout de 3 heures, une fois même ils sont apparus une demi-heure après l'infection. Les microphages, une fois apparus dans le liquide péritonéal, y deviennent de plus en plus abondants; 10 à 20 heures après l'infection ils commencent à être moins nombreux. La phagocytose des microphages par les macrophages apparaît dans le liquide péritonéal dans les stades plus avancés, pas avant 20 heures après l'infection.

On voit donc que la réaction cellulaire dans le liquide péritonéal des animaux préparés diffère de celle qui se produit ches les animaux neufs. Chez les animaux neufs apparaissent dans le liquide péritonéal peu de temps après l'infection des lymphocytes, qui y séjournent pendant un temps assez long; chez les animaux préparés ces éléments sont rares dans le liquide péritonéal, et encore on ne les rencontre que dans les stades initials de l'infection. Les microphages apparaissent dans le liquide péritonéal des animaux des deux catégories à peu près à la même époque, peu de temps après

l'infection, mais dans les stades plus avancés de l'infection l'acroissement de leur nombre est souvent supérieur et se fait d'une façon plus rapide chez les animaux préparés que chez les animaux neufs. de même le nombre des microphages renfermés dans le liquide péritonéal des animaux préparés commence à diminuer plus rapidement que dans celui des animaux neufs. Les macrophages apparaissent dans le liquide péritonéal des animaux préparés dans une période plus précoce que chez les animaux neufs.

Le résultat final de ces expériences démontre que les microbes introduits dans la cavité abdominale des lapins et des cobayes, y trouvent pour leur développement et pour leur multiplication un terrain moins favorable chez les animaux préparés que chez les animaux neufs. Il est facile à comprendre que dans des expériences comme celles-ci où l'on provoquait une infection mixte de la cavité péritonéale et où le mélange naturel des microbes qui avait servi à l'infection a été en beaucoup d'expériences très différent, les conditions nécessaires pour la phagocytose des microbes ont dû être en général très compliquées et dans la plupart des expériences bien différentes. Par conséquent, il n'était pas à attendre que ces expériences apportent des arguments tout à fait décisifs sur le rôle de la phagocytose des microbes comme moyen de défense de l'organisme dans les conditions compliquées, qu'on avait créées; tout de même, une analyse détaillée des faits, que ces expériences ont apportés, conduit à la conclusion, que, quoique la phagocytose des microbes fût dans ces expériences généralement assez faible, le fait, que les microbes trouvaient des conditions moins favorables pour leur développement dans la cavité abdominale des animaux préparés que dans celle des animaux neufs, était dû tout au moins entre autres à ce que la phagocytose des microbes était plus prononcée chez les premiers que chez les seconds, en autres termes que la phagocytose des microbes est un agent incontestable de la résistance locale et passagère de la cavité abdominale des lapins et des cobayes à l'infection mixte avec un mélange naturel des microbes intestinaux.

A côté de la phagocytose et de la bactériolyse intracellulaire des microbes il apparaît au cours de la dite infection dans le liquide péritonéal une bactériolyse extra-cellulaire, bien entendu une bactériolyse d'individus microbiens qui avant leur introduction dans l'organisme n'avaient point présenté de signes quelconques de dé-

générescence. Généralement la bactériolyse extra-cellulaire n'était pas plus prononcée chez les animaux préparés que chez les animaux neufs et rien ne démontre dans les expériences de l'auteur que le résultat final de l'infection ait dépendu d'une façon considérable de l'apparition et surtout de l'intensité de la bactériolyse extra-cellulaire dans le liquide péritonéal; tout de même il faut noter le fait que dans une grande partie de ces expériences, où le résultat final de l'infection a été différent chez les animaux des deux catégories, la bactériolyse extra-cellulaire apparaissait soit exclusivement, soit dans un stade plus précoce de l'infection dans le liquide péritonéal de ces animaux, pour lesquels le résultat final de l'infection a été plus favorable que pour les animaux correspondants de l'autre catégorie. D'après l'auteur il est donc probable que dans l'infection mixte de la cavité abdominale par des microbes intestinaux la défense de l'organisme ne se fait pas seulement par la réaction cellulaire dans le sens strict, mais qu'elle se fait aussi partiellement par les substances bactéricides, renfermées dans le milieu liquide des microbes.

L'analyse des faits, constatés dans plusieurs expériences, plaide en faveur de l'opinion, que la bactériolyse extra-cellulaire a pu dépendre dans ces expériences de la phagolyse des microphages dans le liquide péritonéal; par contre, d'autres expériences ont fait ressortir le fait, que la bactériolyse extra-cellulaire peut avoir lieu dans le liquide péritonéal des animaux infectés à une époque quand la phagolyse des microphages y est encore très faible ou même n'y est pas encore du tout apparue. Il résulte donc de ces expériences que les substances bactéricides qui avaient exercé une action sur les microbes dans le liquide péritonéal ont pu avoir outre les phagocytes altérés et désagrégés encore une autre origine. Vu les conditions très compliquées, qu'il avait créées dans ses expériences, l'auteur n'a pas fait de recherches spéciales sur ce point-là; mais il fait remarquer, que dans ces expériences où l'on avait affaire à une infection mixte, les produits de différentes espèces microbiennes ont pu exercer une influence nocive réciproque sur les microbes vivants, qui aboutissait, peut-être, à la bactériolyse; l'auteur indique aussi la possibilité que les substances bactéricides, dont il s'agit, aient pour origine les cellules péritonéales, surtout celles de l'épiploon, altérées par le processus septique, mais restées encore sur place; en faveur de cette supposition il lui semble plaider le fait, que

quelques espèces microbiennes qui participaient dans l'infection mixte des animaux dans ces expériences, étaient englobées et digérées surtout par les macrophages, qui étaient d'origine épiploïque très probablement, tout au moins en partie.

En somme, l'analyse détaillée des faits constatés dans les recherches présentes démontre, que dans l'infection mixte de la cavité abdominale des animaux avec un mélange naturel des microbes intestinaux la bactériolyse extra-cellulaire peut être un moyen de défense de l'organisme; mais il ne ressort pas de ces recherches que ce moyen de défense se renforce dans le liquide péritonéal des animaux préparés, comme c'était le cas pour la phagocytose des microbes, surtout dans les expériences où la résistance de la cavité abdominale des animaux traités est apparue d'une façon très nette, en autres termes, il ne résulte pas de ces expériences que chez les lapins et les cobayes la bactériolyse extra-cellulaire soit un agent de la résistance artificielle et passagère de la cavité abdominale à l'infection fécale.

Karlsbad, le 25 mai 1906.

---

32. M. R. NITSCH. **Doświadczenia z jadem laboratoryjnym wścieklizny. Część IV.** ***(Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe), IV-ème partie).*** Mémoire présenté par M. M. Siedlecki m. c.

XVIII.

## La virulence du virus fixe est renforcée vis-à-vis du système nerveux de tous les mammifères en général et non vis-à-vis de l'organisme des lapins.

Depuis longtemps déjà mon attention était attirée par le fait que le virus fixe, inoculé à un mammifère quelconque dans le système nerveux, surtout dans le cerveau ou la moelle, amène sa mort après 7 à 9 jours déjà, tandis que, si l'on l'inocule sous la peau ou dans les muscles, souvent il n'entraîne pas la mort. En revanche, le virus de rues, inoculé dans le cerveau ou la moelle d'un mammifère détermine toujours sa mort, à la vérité, mais ce n'est d'habitude qu'après 15 à 20 jours seulement, tandis que le même virus inoculé sous la peau ou dans les muscles, amène la mort de l'animal au milieu des symptômes typiques de la rage beaucoup plus

souvent que le virus fixe. Ce fait était décrit déjà plusieurs fois. Pour le prouver, qu'il me soit permis de citer de la littérature spéciale, qui m'est connue, les opinions des divers auteurs ou de rappeler leurs expériences.

Pasteur, dans sa lettre à Duclaux[1]), décrit toute une série d'expériences sur les chiens auxquels il avait inoculé sous la peau des quantités variables de virus rabique pris dans le bulbe. Il employait pour ses expériences le virus de rues, de même que le virus qu'il avait fait passer à travers un nombre plus ou moins considérable de générations des lapins, en l'inoculant sous la dure-mère — le virus donc qui se rapprochait plus ou moins du virus fixe. Vers la fin de sa lettre il dit: „plus on s'éloigne du virus du début et du virus des premiers passages, moins l'inoculation hypodermique est susceptible de déterminer la rage, principalement par des grandes quantités de virus, tout en donnant cependant lieu à un état refractaire..." Nous voyons donc que Pasteur a exprimé déjà d'une façon tout à fait claire cette opinion que le virus fixe, inoculé sous la peau, possède une virulence moindre que le virus de rues. En même temps aussi il a bien remarqué ce détail que l'on peut observer ce fait surtout en inoculant des grandes quantités de virus.

Dans les expériences de Helman[2]) ce phénomène n'apparaît pas d'une manière aussi évidente. L'auteur ne dit rien souvent quel virus il a employé: le virus fixe ou celui de rues; apparemment, il n'attribuait pas grande importance à cette distinction. Il a inoculé le virus fixe à 8 singes sous la peau avec un résultat négatif. De même, il a inoculé le même virus à 30 lapins sous la peau entre les yeux: 3 de ceux-ci ont péri de la rage; des 10 autres lapins inoculés de la même façon avec le même virus pas un n'a succombé. Il inoculait 2 à 4 c. c d'émulsion. Dans le péritoine il a injecté à 5 lapins le virus fixe et à 3 lapins le virus de rues, chaque fois 0·8 c. c. d'émulsion: aucun animal n'a péri. Enfin, de ses expériences on peut conclure que les jeunes chiens peuvent être infectés facilement par l'inoculation sous-cutanée du virus fixe (3 à 6 c. c.): 2 chiens, inoculés de cette manière, ont

[1]) „Lettre de M. Pasteur sur la rage". Ann. Past. I (1887), p. 11—16.

[2]) „Action du virus rabique introduit soit dans le tissu cellulaire sous-cutané soit dans les autres tissus". Ann. Past. III (1889), p. 15.

péri respectivement le 8-e et le 9-e jour. Il est évident que la désignation de la quantité de virus par 0·8, 2, 6 c. c. d'émulsion manque complètement de précision, car 6 c. c. d'une émulsion donnée peuvent contenir moins de substance nerveuse que 2 c. c. d'une autre émulsion. Cependant il semble qu'une quantité de 0·8 c. c. d'émulsion fût trop petite et que ce fût à cause de cela qu'elle n'avait pas amené la mort des 3 lapins, inoculés dans le péritoine avec le virus de rues.

Très importantes pour nous sont les expériences de Kraïouchkine [1]) que l'on peut résumer brièvement: 1) La moelle des lapins, morts après l'inoculation du virus fixe, est un peu moins virulente que le bulbe. 2) La quantité de virus fixe dans l'inoculation sous-cutanée n'est en aucun rapport avec son action sur les chiens ou sur les lapins, contrairement à ce qui s'observe avec le virus de rues. 3) Le virus fixe inoculé sous la peau se montre moins virulent pour les chiens et pour les lapins que le virus de rues, c'est pourquoi il détermine moins souvent l'infection mortelle. 4) En inoculant le virus fixe dans le tissu sous-cutané des cobayes, des lapins ou des chiens avec précaution de manière que les tissus environnants ne soient pas lésés, on voit sa virulence tomber au minimum. 5) Les lésions du tissu musculaire favorisent l'infection; si donc on introduit le virus fixe dans les muscles, on occasionne le plus souvent l'infection mortelle; les lésions causées par des injections sous-cutanées favorisent aussi l'infection. 6) L'inoculation du virus fixe dans des blessures de la peau détermine chez les lapins le plus souvent une infection mortelle, tandis que chez les chiens celle-ci n'arrive presque jamais.

J'ai cité le point 1), car il prouve que Kraïouchkine a démontré la virulence inégale de la moelle quelques années avant les expériences décrites dans les deux premières parties de mon travail. Je n'ai pas cité alors le travail de Kraïouchkine, car il m'était inconnu. Je suis donc obligé à lui rendre justice à présent. Du point 2) nous reparlerons encore dans ce chapitre. Les points 3) et 4) s'accordent parfaitement avec l'opinion exprimée en tête et au

[1]) Kraïouchkine W. Sur l'effet des injections sous-cutanées du virus fixe de la rage. (Archives des Sc. biologiques, t. 5, p. 261). Ce travail ne m'est connu que par l'analyse dans „Jahresberichte" de Baumgarten XIII (1897) p. 828 (v. Rátz).

début de ce chapitre. Les points 5) et 6), à vrai dire, s'opposent à cette opinion; nous en reparlerons cependant encore ici.

L'expérience de Marx[1]) est universellement connue. Il a inoculé une grande quantité de virus fixe frais à deux singes dans les muscles avec un résultat négatif. Deux autres singes, inoculés de la même manière, mais avec le virus de rues, périrent de la rage tous les deux. Le même auteur a inoculé aussi des doses très fortes de virus fixe à des lapins, à des chiens et à des chèvres dans le péritoine et pas une fois il n'a constaté leur mort de la rage; au contraire, il obtenait ainsi l'immunisation de ces animaux[2]).

On n'ignore pas que c'est Johne[3]) qui a introduit les inoculations diagnostiques dans la chambre antérieure de l'oeil du lapin et a démontré que ces inoculations donnent les mêmes résultats sûrs que les inoculations sous-dure-mériennes, si l'on emploie le virus de rues. La durée de l'incubation est aussi plus ou moins la même que dans les inoculations sous-dure-mériennes. Plus tard, Marx, de même que Kraus et ses compagnons ont démontré que si l'on introduit le virus fixe dans la chambre antérieure de l'oeil du lapin, les résultats ne sont pas si sûrs qu' avec le virus de rues: c'est-à-dire que tous les animaux inoculés ainsi avec le virus fixe ne périssent pas de la rage.

Enfin je me permets d'attirer l'attention sur le travail de B. Galli-Valerio qui inoculait le virus fixe et celui de rues à des souris et à des rats dans l'oeil, dans les muscles, dans les nerfs et dans le cerveau[4]). Or, il a inoculé le virus fixe à 16 animaux dans l'oeil, les muscles ou les nerfs: 8 seulement de ceux-ci ont péri de la rage et 8 ont survécu. D'un autre côté il a inoculé la rage de rues à 20 animaux dans l'oeil ou dans les muscles: 12 de ceux-ci ont succombé à la rage et 8 seulement ont survécu. Il faut remarquer ici que cet auteur pas une fois n'a inoculé la rage de

[1]) „Zur Theorie der Pasteurschen Schutzimpfung gegen Tollwut". D. Med. Woch. 1900, p. 461.

[2]) V. „Lyssaimmunität" (in „Handbuch" de Kolle et Wassermann, p. 1288), de même que les autres travaux de cet auteur.

[3]) „Ueber Tollwut-Impfungen zu diagnostischen Zwecken". Je ne connais de ce travail que son analyse dans „Jahresberichte" de Baumgarten, XIV (1898), p. 745.

[4]) „Recherches expérimentales sur la rage des rats, avec observations sur la rage du surmulot, de la souris et du mulot". C. f. B. O., XL (1906), pp. 197 et 318.

rues pure à ses animaux, mais toujours celle qui une fois au moins avait passé par l'inoculation sous-dure-mérienne chez le lapin; parfois même il employait, comme la rage de rues, le virus qui avait été passé déjà quelques fois à travers le système nerveux central. En outre, 5 de ces animaux qui étaient demeurés saufs après l'inoculation du virus de rues, ont été inoculés non avec le cerveau ou la moelle, mais avec une émulsion préparée avec de la glande sous-maxillaire; outre cela, quelques-uns d'entre eux ont été inoculés déjà auparavant avec le virus fixe et ont survécu: ils pouvaient donc avoir été immunisés à un degré assez élevé. Or, nonobstant toutes ces conditions contraires, proportionnellement plus d'animaux ont péri de la rage de rues que de celle de laboratoire, après l'inoculation du virus dans l'oeil ou dans les muscles.

Ici, une fois encore, je dois signaler qu'en général dans les travaux publiés jusqu'à ce dernier temps les auteurs prenaient garde rarement à la provenance du virus dont ils se servaient (était-il celui de rues ou celui de laboratoire?), ou à la pureté du virus de rues. Et cependant, à mon avis, c'est une chose d'importance capitale. Dans mes expériences je ne considérais comme la rage de rues que celle qui pas une fois n'avait été passée à travers le système nerveux central d'un mammifère quelconque. A mon avis, il n'est pas possible de conserver dans les laboratoires la rage de rues de la manière dont on fait usage souvent, c'est-à-dire en l'inoculant dans le système nerveux central des mammifères. Car, dans ce cas, cet animal ne nous donne plus la rage de rues pure, mais quelque-chose d'intermédiaire entre la rage de rues et celle de laboratoire (virus fixe). Et nous savons que même après des réinoculations très peu nombreuses de la rage de rues sous la dure-mère des jeunes lapins (Högyes), des chats, des loups (di Mattei), des rats et des souris (Galli-Valerio) on obtient un virus qui tue ces animaux après 7 à 9 jours déjà, un virus donc qui ne diffère en rien du virus fixe quant à la virulence. Ainsi donc, si l'on veut être exact et précis, on ne doit considérer comme la rage de rues que la rage qui pas une fois n'a passé à travers le système nerveux central d'un mammifère quelconque. Quant à moi, je conservais toujours la rage de rues de cette manière que j'inoculais des parcelles du cerveau ou de la moelle sous la peau, dans les muscles, dans le péritoine, dans les veines, etc. des lapins, partout en un mot, excepté le système nerveux central.

En reprenant notre thèse, nous voyons que depuis l'ère de Pasteur jusqu'à nos jours beaucoup d'auteurs ont constaté que le virus fixe est moins virulent que celui de rues, si l'on l'inocule dans les muscles, la peau, le péritoine, l'oeil, etc. des mammifères. Par contre, le virus fixe est beaucoup plus virulent que celui de rues, si on l'inocule dans le système nerveux central des mammifères.

Il est évident que dans cet espace de temps beaucoup d'expériences et de faits se sont accumulés dont on pourrait conclure qu'il n'y aurait aucune différence, quant à la virulence, entre ces deux virus, si on les inocule dans la peau, dans les muscles etc., ou du moins que cette différence, si elle existe, serait très inconstante et insignifiante. Il me semble cependant que ces expériences n'étaient pas exécutées avec une précision suffisante et que leurs auteurs ne s'occupaient presque jamais de la question, s'il existe une différence quelconque, quant à la virulence, entre les deux virus, lorsqu'on les inocule dans la peau, les muscles etc.

Je vais passer maintenant à la description de mes propres expériences à ce sujet. Au début je ne faisais pas attention à la quantité de virus inoculé; ensuite cependant j'ai constaté que les résultats dépendaient dans une grande mesure de la quantité d'émulsion. C'est pourquoi j'ai groupé ces expériences, pour faciliter leur étude, dans deux tables: dans l'une on a mis les expériences faites avec une petite quantité de virus (maximum = 10 mg.), dans l'autre — celles exécutées avec une grande quantité (minimum = 50 mg.). Les deux tables sont établies d'après les modèles précédents. La provenance et l'âge du virus de rues sont toujours soigneusement notés; l'évolution de la maladie des lapins et les résultats de leur autopsie y sont décrits de même. Je tâchais toujours d'examiner les urines des lapins morts au point de vue de la glycosurie, de même que leur cerveau et leur sang au point de vue bactériologique. Souvent j'employais leur cerveau pour des inoculations ultérieures aux animaux dans le but de diagnostic [1]).

Voir Table XLI, p. 366—379.

[1]) Pendant ma maladie je ne pouvais faire ni l'autopsie des lapins morts, ni des études ultérieures avec les matériaux provenant de ceux-ci. Alors, plus d'une fois, M. le Dr Ph. Eisenberg a bien voulu me remplacer, ce qui est signalé chaque fois dans les tables sous la rubrique „Remarques“.

Dans la table XLI on a consigné 40 expériences: 19 ont été exécutées avec le virus de rues et 21 avec le virus fixe. Pour contrôler, si le virus employé était virulent, on a inoculé le virus de rues dans le cerveau à un lapin qui succomba après 23 jours $^1/_2$ (exp. 1) et le virus fixe à quatre lapins qui périrent après $7^1/_2$—$9^1/_2$ jours (exp. 3, 9, 14, 23). Nous voyons donc qu'introduit dans le cerveau le virus fixe est beaucoup plus virulent que le virus de rues. Dans les autres expériences exécutées avec le virus de rues on n'a pas fait des inoculations sous-dure-mériennes de contrôle, car il n'y avait pas de doute qu'il s'agissait d'un virus de rues virulent (exp. 24 à 40).

Après avoir donc éliminé ces 5 expériences de contrôle, dans la Table XLI restent 35 expériences qui ont été exécutées par inoculation ailleurs que dans le système nerveux central. De ce nombre, 17 expériences ont été faites avec le virus fixe inoculé sous la peau, dans la veine, dans le péritoine, dans les muscles et 18 expériences ont été exécutées avec le virus de rues qui a été inoculé dans la veine, dans le péritoine, dans les muscles, dans la peau ou sous la peau.

Sur 17 expériences faites avec le virus fixe 8 animaux n'ont point succombé (exp. 4, 5, 15, 16, 17, 19, 20 et 21).

Sur 18 expériences exécutées avec le virus de rues 8 animaux aussi n'ont point péri, — presque la même proportion donc (exp. 2, 24, 25, 28, 29, 30, 34 et 36). La durée d'observation était chez deux chats (exp. 2 et 4) de 174 jours seulement (on les a tués malgré moi). Par contre, chez les autres animaux, c'est-à-dire chez tous les lapins, cette durée était de 299 à 406 jours.

Des 9 lapins qui ont été inoculés avec le virus fixe et qui ont péri, quatre ont présenté avant la mort des symptômes plus ou moins manifestes de la rage (exp. 7, 11, 12 et 13); 5 autres ont succombé sans présenter des symptômes de la rage, et de l'autre côté, l'évolution de leur maladie, l'autopsie, les inoculations diagnostiques aux autres lapins ou aux cobayes, enfin l'ensemencement de leur cerveau et de leur sang sur les milieux de culture bactériologiques ont démontré chaque fois que la cause de mort n'était pas la rage (exp. 6, 8, 10, 18 et 22).

Ainsi donc, sur 17 expériences avec le virus fixe quatre fois seulement les lapins périrent au milieu des symptômes plus ou moins manifestes de la rage. Trois d'entre eux étaient inoculés sous

TABLE XLI.

Comparaison de l'influence sur l'organisme animal

Influence des doses

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (On inoculait toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 21/IX 1904 | lapin | vir. de rues, du lapin; dilué 10 fois, filtré 0·1 cc. | sous la duremère | 1 | 8/X | 17 |
| 2. | „ | chat | dtto 1 cc. | sous la peau | 10 | | |
| 3. | „ | lapin | vir. fixe, du lapin; dilué 10 fois; filtré 0·1 cc. | sous la duremère | 1 | 26/IX | 5 |
| 4. | „ | chat | dtto 1 cc. | sous la peau | 10 | | |
| 5. | 1/XI 1904 | lapin 2210 | vir. fixe, du lapin; dilué 500 fois; filtré 1 cc. | dans la veine de l'oreille | 2 | | |
| 6. | „ | „ 1870 | dtto | dtto | 2 | | |
| 7. | „ | „ 2070 | dtto | dtto | 2 | 20 IV 1905 | 170 |

du virus fixe avec celle du virus de rues.

faibles (maxim. 10 mg.).

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|
| 26. 3450<br>30. 3050<br>3/X. 2950<br>6. 2850<br>8. 2750<br>12. 2340<br>13. 2270 | nuit du 14 au 15/X | $23\frac{1}{2}$ rage | Nr. Nr. 1 et 2 ont été inoculés avec le cerveau gardé dans la glycérine pendant 9 jours. La lapine Nr. 1 mit bas 7 petits le 26/IX. Les chats Nr. Nr. 2 et 4 étaient complètement sains pendant 174 jours: alors, ils ont été tués, à mon insu, par le garçon de laboratoire.<br>Les lapins Nr. Nr. 1 et 3 ont été inoculés comme témoins. |
| | 14/III 1905 | | |
| 27. 2850<br>30. 2330 | nuit du 30/IX au 1/X | $9\frac{1}{2}$ rage | |
| | 14/III 1905 | | |
| 6. 2095<br>3/XII. 2310<br>1/I. 2370<br>4/II. 2420<br>4/III. 2560<br>1/IV. 2540<br>8/V. 2580<br>10/VI. 2550<br>28/VIII. 2310 | | | Toujours bien portant. Le 1/IX 1905, c'est-à-dire après 304 jours, employé pour un autre but. |
| 11. 1885<br>19. 1770<br>26. 1710<br>30. 1690<br>1/XII. 1600 | 1/XII | 30 | Depuis une quinzaine de jours très malade; dyspnée intense. Autopsie: à la place du poumon gauche — un abcès énorme, dans le poumon droit aussi des lésions très étendues; coeur dévié considérablement à droite; cirrhose du foie. |
| 11. 1985<br>3/XII. 2120<br>1/I. 2320<br>4/II. 2250<br>4/III. 2230<br>1/IV. 2200<br>20/IV. 2380<br>26. 2220<br>27. 1820<br>30. 1870<br>2/V. 1690<br>3. 1640 | nuit du 2 au 3/V 1905 | $182\frac{1}{2}$ était-ce la rage? | La maladie a débuté par une inclinaison de la tête vers la droite; ensuite il s'y joignit un affaiblissement notable des extrémités de la sorte que la lapine ne pouvait se tenir debout. Dans la nuit du 26 au 27/IV elle a avorté 6 foetus; de là provient cet abaissement notable du poids. Ensuite, pendant 2 jours, son état s'améliore de nouveau: elle mange et marche de nouveau. A partir du 30/IV son état s'empire définitivement. — Autopsie avec résultat négatif. Sucre manifeste dans les urines. Le sang du coeur stérile. Le cerveau ensemencé a donné des colonies de la septicémie hémorrhagique. On a inoculé avec ce cerveau deux cobayes sous la dure-mère, le 3/V: tous les deux périrent 1 et 2 jours après, et de leur cerveau on a cultivé de nouveau une pasteurellose; leur sang était stérile. En présence de ces faits, on a inoculé, pour la deuxième fois, avec le cerveau du lapin Nr. 7 un cobaye et un lapin sous la dure-mère, le 5/V: le lapin succomba 2 jours après, le cobaye, malade à partir du 2-e jour après l'inoculation, périt après 7 jours. De nouveau, chez celui-ci le sang du coeur était stérile, tandis que du cerveau on a obtenu une culture de la septicémie. Alors, pour la troisième fois, le 13/V on a inoculé le cerveau du lapin Nr. 7 à un cobaye et à un lapin sous la dure-mère; le cobaye succomba le 14. et le lapin le 15/V. Autopsie du lapin a démontré: des très nombreux échinocoques et la vessie distendue par l' urine; dans l'urine beaucoup de sucre! Le sang du coeur stérile; du cerveau ensemencé on a obtenu les bacilles de pasteurellose. |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (On inoculait toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8. | 1/XI 1904 | lapin 1880 | dtto | dtto | 2 | | |
| 9. | " | " 2800 | dtto 1/4 cc. | sous la dure-mère | 0·5 | 6/XI | 5 |
| 10. | 2/XI 1904 | " 2650 | v. fixe du lapin, dilué 100 fois non filtré 1 cc. | sous la peau du ventre | 10 | | |
| 11. | " | " 2195 | dtto | dtto | 10 | 11/I | 70 |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|---|
| 6. 1750<br>3/XII. 1840<br>1/I. 2050<br>4/II. 1950<br>4/III. 2220 | 1/IV. 2340<br>22. 2350<br>8/V. 2110<br>19. 1320(!)<br>23. 1220 | 23/V 1905 | 203 | Dès le commencement du mois de mai 1905 ce lapin était atteint d'une éruption à la peau de la tête et des extrémités. Ensuite, il a maigri considérablement, mais il mangeait toujours un peu. A partir du 20/V il a perdu l'usage des yeux, car l'éruption a occupé les paupières. Il n'a pas présenté des symptômes de la rage. Autopsie: très nombreux échinocoques, avec cirrhose consécutive du foie; pus dans les cavités nasales. Du sang et du cerveau on a cultivé la septicémie. Très peu d'urine; on n'a pu trouver de sucre. Avec son cerveau on a inoculé le 24/V, un lapin et un cobaye sous la dure-mère: tous les deux périrent le 25/V; leur sang était stérile, leur cerveau a donné une culture de la septicémie! Dans l'urine du dernier lapin on a constaté des traces manifestes de sucre! |
| 7. 2680 | | nuit du 8 au 9/XI | $7^1/_2$ rage | Inoculé pour servir de témoin. |
| 11. 2670<br>20. 2630 | | 21/XI | 19 | Succomba sans présenter des symptômes de la rage. Autopsie: dans les poumons des lésions très étendues, dans le péricarde dépôts fibrineux, de même que dans les plèvres; dans la cavité abdominale nombreux échinocoques avec des lésions consécutives dans le foie. Le sang était stérile. Les urines ne renfermaient pas de sucre. Avec son cerveau on a inoculé le 22/XI un lapin sous la dure-mère. Vers le milieu du mois de janvier il a commencé à maigrir beaucoup et succomba le 30/I (après 69 jours). Autopsie a découvert dans son cerveau un abcès énorme. |
| 20. 1970<br>26. 1840<br>3/XII. 1720<br>7. 1620 | 14. 1770<br>18. 1870<br>24. 2040<br>8/I. 2250 | nuit du 12 au 13/I 1905 | $7^1/_2$ était-ce la rage? | La maladie a débuté par une dyspnée intense et l'inclinaison notable de la tête vers la gauche. Le 12/I son état s'empire: il respire avec un grand effort, incline la tête fortement à gauche et lorsqu'on le touche, se jette de tous les côtés, en se débattant contre les parois de la cage. Autopsie a démontré des échinocoques assez nombreux dans l'épiploon et une sécrétion purulente dans les cavités nasales. Les cultures du cerveau ont démontré la septicémie. Avec ce cerveau on a inoculé le 13/I deux lapins: tous les deux périrent le lendemain. Alors, le 14/I, on a inoculé de nouveau le cerveau du lapin Nr. 11 à un lapin et à un cobaye sous la dure-mère: tous les deux périrent le lendemain, et les cultures de leur cerveau ont démontré la septicémie. |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (On inoculait toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 2/XI 1904 | lapin 2330 | dtto | dtto | 10 | 18/XII | 46 |
| 13. | " | " 2345 | dtto | dtto | 10 | 19/XI | 17 |
| 14. | 2/XI | " 3550 | dtto 0·2 cc. | sous la dure-mère | 2 | 6/XI | 4 |
| 15. | " | " 2270 | dtto 1 cc. | dans le péritoine. | 10 | | |
| 16. | " | " 2500 | dtto | dtto | 10 | | |
| 17. | " | " 2800 | dtto | dtto | 10 | | |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|
| 20. 2140 21/II. 1960<br>26. 2080 18/III. 2000<br>3/XII. 2020 8/IV. 2210<br>18. 2160 7 V. 2330<br>1 I. 2100 1/VI. 2450<br>28/I. 2090 28/VIII. 2260 | vers le 15 IX 1905 | 317 était-ce la rage? | La maladie a débuté par une inclinaison de la tête vers la droite et elle durait longtemps, tout en demeurant dans ce stade. — Ensuite une demarche incertaine a apparu, et le lapin tombait facilement; il est à noter qu'il tombait presque toujours du côté droit. Dans le courant du mois de janvier se montra l'écoulement purulent des narines. Cet état se prolongeait des mois entiers. Le lapin succomba à la fin au milieu de ces symptômes vers le 15/IX 1905, quand j'étais absent. Autopsie donc n'a pas été faite, ni le cerveau ensemencé. |
| 7. 2120 21. 2220<br>19. 1750 21/II. 2145<br>20. 1710 4/III. 2165<br>27. 1800 25. 2030<br>2/XII. 1880 22/IV. 2050<br>14. 2100 7/V. 1810<br>21. 2170 10. 1630<br>1/I. 2280 15. 1310 | 15/V 1905 | 194 était-ce la rage? | Cette lapine a avorté le soir du jour de l'inoculation 6 foetus (tous ont péri). Vers le milieu du mois de novembre s'est montré un écoulement purulent des narines; le 19/XI on a constaté l'affaiblissement des extrémités (démarche incertaine) et en même temps l'inclinaison très prononcée de la tête à gauche. Cette lapine, poussée par derrière, tombait sur le côté et, en s'efforçant à se relever, elle retombait; alors elle tournoyait sur le plancher plusieurs fois (jusqu'à quelques dizaines de fois) jusqu'à ce qu'elle, ayant trouvé un point d'appui, pût se relever. Néanmoins elle mangeait toujours. Tous ces symptômes ont commencé à disparaître au mois de décembre de sorte que la lapine tenait la tête droite et ne tombait plus en marchant. Ensuite cependant a réapparu l'inclinaison de la tête à gauche, et au mois de mars elle a commencé de nouveau à tomber plusieurs fois en marchant. Au mois de mai, l'écoulement purulent des narines s'est augmenté considérablement; les narines alors se sont couvertes de croûtes, et la respiration est devenue très difficile. Son état s'empirant de plus en plus la mort arriva. **Autopsie** a démontré un contenu purulent abondant dans les cavités nasales s'étendant jusqu'à la lame criblée; dans l'épiploon — échinocoques peu nombreux; du reste pas de lésions. Dans les urines traces douteuses de sucre. Culture du sang stérile! L'ensemencement du cerveau a donné les bactéries typiques de la septicémie hémorrhagique. On a inoculé son cerveau à deux lapins sous la duremère: tous les deux ont succombé le lendemain; leur sang de nouveau était stérile, tandis que de leurs cerveaux on a obtenu des cultures d'une pasteurellose! |
| 7. 3110 | 10/XI | 8 rage | Inoculé pour servir de témoin. |
| 19. 2200 25/III. 2510<br>3/XII. 2340 22/IV. 2830<br>1/I. 2650 21/V. 2790<br>4/II. 2860 10/VI. 2780<br>4/III. 2830 28/VIII. 2780 | | | Les lapins Nr. Nr. 15, 16 et 17 n'ont présenté jamais des symptômes de la rage. Souvent leur poids s'abaissait, car ils étaient tenus dans des conditions fort défavorables. La lapine Nr. 17 mit bas quelques petits le 1/XII; en mai, elle a été atteinte d'écoulement purulent des narines.<br><br>Le 1/IX 1905, c'est-à-dire après 303 jours, tous ces lapins ont été employés pour d'autres expériences. |
| 19. 2590 1/IV. 3080<br>3/XII. 2680 22/IV. 3090<br>1/I. 2980 21/V. 2890<br>4/II. 2930 10/VI. 2920<br>4/III. 2940 28/VIII. 2560 | | | |
| 19. 2840 1/IV. 3100<br>3/XII. 2530 22/IV. 3190<br>1/I. 2840 21/V. 3080<br>4/II. 2910 10/VI. 2920<br>4/III. 3020 28/VIII. 3100 | | | |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (On inoculait toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18. | 2/XI | lapin 2720 | dtto | dtto | 10 | ? | ? |
| 19. | 6/XI | " 2520 | v. fixe subst. grise de cerveau, non filtrée diluée 500 fois 1 cc. | dans les muscles de la jambe (patte post.) | 2 | | |
| 20. | " | " 2650 | dtto | dtto | 2 | | |
| 21. | " | " 2260 | dtto | dtto | 2 | | |
| 22. | " | " 2670 | dtto | dtto | 2 | | |
| 23. | " | " 3420 | dtto 0·1 cc. | sous la dure-mère | 0·2 | 10/XI | 4 |
| 24. | 19/XII 1904 | " 2480 | vir. de rues; cerveau humain dilué 100 fois non filtré (v. T. XLII, 10—12) 1 cc. | sous la peau du ventre | 10 | | |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|
| 19. 2500 11/III. 2510(!)<br>3/XII. 2690 18. 2410<br>1/I. 2790 25. 2620<br>4/II. 2840 22/IV. 2840<br>4/III. 2930 3/V. 2365(!) | nuit du 2 au 3/V 1905 | 181½ | Le lapin Nr. 18, déjà au mois de novembre, a été atteint d'un fort écoulement purulent des narines. Au mois de mars, son état était très mauvais, mais on n'a pas constaté des symptômes de la rage. Ensuite, son état s'est amélioré notablement de nouveau, et cette amélioration persistait jusqu'à fin avril, quand encore de nouveau son état s'est empiré. Je n'ai pas observé ce lapin dans les derniers jours avant sa mort. Autopsie a démontré des lésions inflammatoires assez étendues dans les poumons. Traces de sucre dans les urines! Le sang du coeur et le cerveau ont donné des cultures très abondantes de la septicémie hémorrhagique. On a inoculé son cerveau à deux cobayes sous la dure-mère: le lendemain tous les deux ont péri de la septicémie. |
| 26. 2600 1/IV. 2700<br>11/XII. 2670 10/V. 2670<br>1/I. 2660 18. 2180(!)<br>15. 2850 10/IV. 2490<br>4/II. 2880 28/VIII. 2710<br>4/III. 2650 | | | Les lapins Nr. Nr. 19, 20 et 21 se portaient bien, en général, pendant toute la durée de l'expérience. Ils étaient atteints seulement de coryza (écoulement purulent des narines). Quelques-unes ont mis bas 1 ou 2 fois, mais n'ont pas élevé leurs petits. Au mois de juin chez tous ces lapins a apparu une éruption à la peau de la tête, qui sous la forme de croûtes s'étendit sur la tête presque entière. |
| 26. 2470 1/IV. 2480<br>18/XII. 2480 10/V. 2520<br>8/I. 2510 22. 2400<br>4/II. 2740 10/VI. 2410<br>4/III. 2500 28/VIII. 2180 | | | |
| 26. 2150 1/IV. 2550<br>11/XII. 2300 10/V. 2410<br>25. 2420 20. 2300<br>15/I. 2540 10/VI. 2350<br>4/II. 2530 28/VIII. 2830<br>4/III. 2750 | | | Le 1/IX 1905, c'est-à-dire après 299 jours, on les a employés pour d'autres expériences. On n'a constaté jamais chez eux des symptômes de la rage. |
| 26. 2300 1/IV. 2670<br>18/XII. 2510 19/V. 2340<br>8/I. 2700 18. 1800(!)<br>4/II. 2720 22. 1610<br>4/III. 2700 | nuit du 23 au 24/V 1905 | 198½ | Il était bien portant jusqu'au mois de mai; alors comme chez les lapins précédents, une éruption a paru à la peau de sa tête. Son état s'empirait de plus en plus. On n'a pas constaté cependant des symptômes de la rage. Autopsie a démontré: épanchement dans le péricarde et dans le péritoine; ecchymoses dans l'épiploon. Traces manifestes de sucre dans l'urine! L'ensemencement du cerveau a donné le staphylocoque blanc. On a inoculé son cerveau à un lapin et à un cobaye sous la dure-mère. Le lapin succomba le lendemain: l'ensemencement de son cerveau a donné aussi une culture des staphylocoques. Le cobaye était très malade d'abord, mais ensuite se rétablit: il était sain, en observation pendant 100 jours. |
| 10. 3090 13. 2820<br>11. 3020 | 14/XI | 8 rage | Inoculé pour servir de témoin. |
| 1/I. 2480 10/VI. 2890<br>4/II. 2610 28/VIII. 2890<br>4/III. 2800 6/X. 2820<br>4/IV. 2720 6/XI. 2950<br>10/V. 2960 29/I. 3050 | | | Les lapins 24 et 25 étaient bien portants pendant toute la durée de l'observation, jusqu'au 29 janvier 1906 (= 406 jours).<br>Les expériences 24 à 31 ont été exécutées 4 jours après la mort de la personne, dont le cerveau y a été employé. Ce cerveau était conservé pendant 3 jours dans de la glycérine: il n'était donc pas tout à fait frais. |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (On inoculait toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25. | 19/XII 1904 | lapin 2760 | dtto 0·5 cc. | dtto | 5 | | |
| 26. | " | " 2650 | dtto filtré; dilué 500 fois 1 cc. | dans la veine de l'oreille | 2 | | |
| 27. | " | " 2500 | dtto 0·5 cc. | dtto | 1 | 25/I 1905 | 37 |
| 28. | " | " 2540 | dtto non filtré; dilué 100 fois 1 cc. | dans le péritoine | 10 | | |
| 29. | " | " 2660 | dtto ½ cc. | dtto | 5 | | |
| 30. | " | " 2680 | dtto non filtré dilué 500 fois 1 cc. | dans les muscles de la jambe (patte post.) | 2 | | |
| 31. | " | " 2380 | dtto 0·5 cc. | dtto | 1 | 14/II | 57 |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|
| 1/I. 2790 10/IV 3360<br>4/II. 2990 28/VIII. 3290<br>4/III. 3290 6/X. 3460<br>1/IV. 3170 6/XI. 3540<br>10/V. 3300 29/I. 3370 | | | dtto |
| 1/I. 2670 25. 2510<br>15. 2750 26. 2440<br>21. 2720 27. 2380<br>23. 2560 28. 2350 | nuit du 27 au 28/I 1905 | $39^1/_2$ | Dans les 3 derniers jours ce lapin présentait un affaiblissement des extrémités (chancelant!). A part cela, pas des symptômes plus nets de la rage. Autopsie a démontré des lésions étendues dans les deux poumons et les plèvres (»influenza des lapins«); dans l'épiploon — échinocoques très nombreux, et lésions consécutives du foie très avancées. Le sang et le cerveau stériles. On a inoculé son cerveau (assez grande quantité) à deux cobayes sous la dure-mère. Tous les deux sont demeurés sains et saufs, et même plusieurs fois ont mis bas au cours d'une série de mois. On les observait jusqu'au 1/IX 1905 (= 216 jours) |
| 1/I. 2500 1/IV. 1990<br>4/II. 2310 4. 2000<br>15. 2330 6. 1850<br>2/III. 2310 8. 1700<br>18. 2170 10. 1560 | 10/IV 1905 | 122 était-ce la rage? | Vers la fin du mois de janvier il a commencé à présenter des symptômes de la rage: démarche chancelante, inclinaison prononcée de la tête à droite, et par moments, il se jetait et se débattait, lorsqu'on le touchait. Ces symptômes: démarche chancelante, grande inquiétude, inclinaison de la tête — persistaient pendant des mois. Son état tantôt s'empirait, tantôt s'améliorait. Parfois la tête s'inclinait si fortement, qu'elle gisait sur le sol. Ou bien, il ne pouvait se tenir debout, tombait et se jetait »comme enragé«, lorsqu'on le touchait. Au commencement du mois d'avril ces symptômes se sont empirés, et la mort arriva après une maladie de 2 mois $^1/_2$. Autopsie n'a rien démontré sauf des échinocoques avec des lésions consécutives du foie. On n'a pas trouvé du sucre dans l'urine! Le sang et le cerveau stériles! On a inoculé son cerveau à deux lapins sous la dure-mère: l'un d'eux a succombé 2 et l'autre 4 jours après. L'ensemencement de leur sang et de leur cerveau a donné des cultures d'une pasteurellose. Ainsi donc, le lapin Nr. 27 succomba aussi sans doute à la septicémie quoiqu'on n'ait pas obtenu des cultures. |
| 1/I. 2620 10/VI. 3100<br>4/II 2890 28/VIII. 2970<br>4/III. 2650 6/XI. 3400<br>1/IV. 2870 29/I. 3430<br>10/V. 3030 | | | Ces deux lapins étaient tout à fait sains pendant toute la durée de l'expérience, c'est à dire jusqu' au 29/I 1906 (= 406 jours). |
| 1/I. 2700 10/V. 2690<br>4/II. 2800 28/VIII. 2720<br>4/III. 2850 6/X. 2800<br>1/IV. 2880 29/I. 2720 | | | |
| 1/I. 2710 10/VI. 2960<br>4/II. 2730 28/VIII. 3260<br>4/III. 2910 6/X. 3400<br>31. 2960 6/XI. 3420<br>22/IV. 3000 29/I. 3350<br>21/V. 3080 | | | N'a présenté aucun symptôme suspect pendant toute la durée de l'observation, c'est à dire pendant 406 jours (jusqu'au 29/I 1906). |
| 1/I. 2370 12. 2420<br>4/II. 2480 16. 2090 | nuit du 16 au 17/II 1905 | $59^1/_2$ rage | Succomba au milieu des symptômes typiques de la rage. Autopsie avec résultat négatif. Quantité notable de sucre dans les urines. |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (On inoculait toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32. | 30/I 1905 | lapin 2950 | virus de rues du lapin (v. Tab. XLII, 11) employé quelques heures après sa mort; dilué 100 fois; non filtré. | dans la peau au moyen des incisions (scarifications) | impossible à déterminer mais 20 fois moins environ que dans les expér. 11 et 12 T. XLII. | 2/X | 245 |
| 33. | " | " 2520 | dtto | dtto | dtto | | |
| 34. | " | " 2080 | dtto 1 cc. | sous la peau du ventre | 10 | | |
| 35. | " | " 2160 | dtto | dtto | 10 | 10/III | 39 |
| 36. | " | " 2220 | dtto | dans le péritoine | 10 | | |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|
| 25/II. 2870 6/X. 3050<br>1/IV. 3140 8. 2920<br>3/V. 3050 12. 2980<br>3/VI. 3200 6/XI. 3160<br>27/VIII. 3050 | 15/XII | 319 était-ce la rage? | Il a été infecté un peu plus faib'ement que le Nr. 33. Pendant longtemps il était tout à fait sain. Ce n'est qu' après 8 mois que la maladie s'est révélee par une inclinaison de la tête à droite qui persistait jusqu' à la mort. Quelques jours après a apparu l'inquiétude, des sursauts brusques au mouvement: il tombait alors et, en essayant de se relever, il tournoyait très vite ainsi que cela était décrit déjà plusieurs fois chez les lapins inoculés avec le virus fixe. Il y avait aussi des symptômes dyspnéiques. J'observais chez lui l'état pareil pendant 2 mois environ. En décembre, à cause de ma maladie, je ne l'ai pas vu déjà. On m'a dit qu'il aurait succombé au milieu des mêmes symptômes. Autopsie n'a pas été faite. |
| 25/II. 2650 21/V. 2100<br>18/III. 2510 2/VI. 2070<br>24/IV. 2490 | 2/VI | 123 | Infection un peu plus forte que chez le Nr. 32. Il n'a pas présenté des symptômes de la rage. Autopsie: dans les poumons lésions de »l'influenza des lapins« d'une intensité moyenne; à la coupe, il s'écoule un liquide purulent des bronches; dans la cavité abdominale — échinocoques et cirrhose consecutive du foie d'un degré moyen, en outre une assez grande quantité d'un liquide sanguinolent. L'ensemencement du sang et du cerveau n'a donné que quelques colonies des bactéries de la putréfaction, paraît-il. On a inoculé son cerveau le 3/VI à un lapin et à un cobaye sous la dure-mère. Les deux animanx sont demeurés sains et saufs pendant toute la durée de l'observation, c'est-à-dire jusqu'au 1/IX 1906 (= 89 jours). |
| 25/II. 2040 27/VIII. 2550<br>1/IV. 2250 6/X. 2820<br>3/V. 2400 6/XI. 2580<br>3/VI. 2270 29/I. 2870 | | | Il était bien portant pendant toute la durée de l'observation, c'est-à-dire jusqu'au 29/I 1906 (= 365 jours). |
| 18/II. 2280<br>4/III. 2380<br>11/III. 2120<br>12/III. 1990 | nuit du 11 au 12/III | $40^1/_2$ rage | Il n'a pas présenté des symptômes manifestes de la rage. Autopsie: dans les poumons — lésions inflammatoires assez étendues. On n'a pas trouvé de sucre dans les urines! Le sang et le cerveau stériles. On a inoculé donc le cerveau de ce lapin à 2 cobayes sous la dure-mère: tous les deux succombèrent le lendemain! Le sang de leur coeur stérile aussi! On a préparé alors du cerveau du lapin Nr. 35 une émulsion dans de l'eau phéniquée à 3% et on l'a laissée ainsi une heure et demie. Ensuite on a inoculé une quantité assez forte de cette émulsion à un cobaye dans les muscles du dos. Ce cobaye a succombé après 23 jours au milieu des symptômes douteux de la rage. On a inoculé encore son cerveau sous la dure-mère à un lapin, qui a succombé au milieu des symptômes inconnus après 27 jours. Dans l'urine de ce lapin traces douteuses de sucre! On a inoculé encore son cerveau à un cobaye sous la dure-mère; celui-ci succomba à la rage après 12 jours au milieu des symptômes très caractéristiques: très inquiet, il courait autour de la cage, grattait la terre avec les pattes, se jetait sur des lapins qui s'enfuyaient épouvantés, etc. Ensuite, arriva la paralysie et la mort. |
| 4/III. 2530 27/VIII. 2970<br>1/IV. 2610 6/X. 3120<br>3/V. 2510 6/XI. 3220<br>3/VI. 2600 29/I. 3190 | | | Il était bien portant pendant toute la durée de l'observation, c'est-à-dire jusqu'au 29/I 1906 (= 365 jours). |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (On inoculait toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37. | 30/I 1905 | lapin 2280 | dtto | dtto | 10 | | |
| 38. | " | " 2350 | dtto dilué 500 fois non filtré 1 cc. | dans les muscles de la jambe (patte post.) | 2 | 3/V | 93 |
| 39. | " | " 2390 | dtto filtré 1 cc. | dans la veine de l'oreille | 2 | | |
| 40. | " | " 2400 | dtto | dtto | 2 | | |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
| --- | --- | --- | --- |
| 4/III. 2430 3/VI. 2520<br>1/IV. 2480 26/VI. 2270<br>3/V. 2440 | 23/VIII | 205 | Vers la fin du mois de juin il a été atteint d'une éruption à la peau de la tête: les croûtes recouvraient ses deux yeux et ses narines, dont s'écoulait une sécrétion purulente. Il a succombé au mois d'août, quand j'étais malade. On ne l'observait donc pas pendant les dernières semaines de sa vie, ni l'on n'a pas fait son autopsie. Diagnostic impossible. |
| 12/II. 2620<br>4/III. 2770<br>1/IV. 2780<br>3/V. 2710<br>4/V. 2600<br>5. 2470<br>6. 2400 | nuit du 6 au 7/V | 96½ rage | Il a succombé au milieu des symptômes typiques de la rage. Autopsie négative. Méninges très congestionnées. Très peu d'urine: dans l'urine étendue de 6 volumes d'eau on n'a pu trouver de sucre!<br><br>Le sang et le cerveau stériles. Son cerveau a été employé pour les expér. 13—20 Table XLII. |
| 1/III. 2400 3/V. 2550<br>11. 2080 21. 2410<br>13. 1840 3/VI. 2140<br>18. 1760 7. 2000<br>1/IV. 2050 | 7/VI | 128 | Il n'a présenté jamais des symptômes manifestes de la rage. Autopsie (Dr. Eisenberg) a démontré des lésions tuberculeuses étendues dans tout l'organisme (dans les poumons, le foie, la rate, les reins, les intestins). Diagnostic a été confirmé par la constatation des bacilles tuberculeux. Dans les urines on n'a pas trouvé de sucre (Dr. Eisenberg). Le cobaye inoculé avec le cerveau de ce lapin a succombé 13 jours après au milieu des symptômes incertains. Pourtant les inoculations du cerveau de ce cobaye aux autres cobayes et aux lapins ont donné des résultats négatifs. |
| 1/III. 2500 10/VI. 2800<br>1/IV. 2700 23. 2750<br>3/V. 2780 26. 2650<br>3/VI. 2890 | 20/VII | 171 | Il n'a présenté jamais des symptômes de la rage. A cause de ma maladie il n'était pas observé pendant 3 dernières semaines de sa vie. Il succomba au milieu des symptômes inconnus.<br><br>Autopsie n'a pas été faite. Diagnostic impossible. |

la peau, et un — dans la veine. Des lapins inoculés avec le virus fixe dans le péritoine ou dans les muscles pas un seul n'a présenté des symptômes de la rage (8 expériences). La marche de la maladie et la mort de ces quatre lapins qui succombèrent avec les symptômes de la rage, par suite de l'inoculation sous-cutanée ou intraveineuse du virus fixe, est très intéressante et instructive. Les premiers symptômes de la rage ont apparu: une fois déjà 17 jours après l'inoculation, une fois après 46 j., une fois après 70 jours et, à la suite de l'inoculation intraveineuse, au bout de 170 jours seulement. La durée de la maladie était une fois seulement de 1 jour $^1/_2$ (exp. 11), une fois de 12 jours $^1/_2$ (exp. 7), une fois de 177 jours (exp. 13) et une fois même de 271 jours (exp. 12). La marche de la maladie est décrite dans chaque cas particulier dans les „Remarques" d'une manière plus détaillée. Ici je ne ferai que de remarquer que les symptômes de la rage étaient accompagnés presque constamment d'un écoulement purulent des narines, qu' après la mort des lapins l'autopsie découvrait des lésions plus ou moins étendues dans les organes internes (à l'exception seulement du lapin No 7), et que les ensemencements sur les milieux de culture ainsi que les inoculations aux animaux du cerveau ou du sang de ces quatre lapins ont démontré chaque fois une septicémie hémorrhagique (pasteurellose).[1] Ainsi donc, la mort de ces lapins pas une fois n'a été causée par le virus fixe seul Ce virus était capable 4 fois (sur 17) de provoquer seulement les symptômes de la rage; pourtant il était incapable d'amener la mort: elle arrivait toujours à la suite d'une infection surajoutée. Si cette dernière apparaissait en peu de temps, les symptômes de la rage duraient peu aussi (par ex., 1 jour $^1/_2$ chez le lapin No 11). Si cependant cette infection surajoutée manquait, les symptômes de la rage duraient des mois entiers sans pouvoir entraîner la mort.

Passons à présent au virus de rues. Comme nous avons déjà dit, sur 18 expériences faites avec ce virus 10 seulement se sont terminées par la mort des animaux. De ces derniers, les lapins No No 26, 33 et 39 ne périrent pas de la rage. Il m'était impossible de faire le diagnostic de la maladie des lapins No No 37 et 40, étant alors moi-même malade. Cinq lapins restent donc qui succombèrent au milieu des symptômes de la rage. Chez deux d'entre

[1]) L'autopsie du lapin N-o 12 n'a pas été faite.

eux les symptômes étaient typiques: la maladie durait $2^1/_2$ et $3^1/_2$ jours (exp. 31 et 38), et l'autopsie ainsi que les cultures bactériologiques étaient négatives. Le virus de rues donc était capable deux fois sur 18 d'amener la mort par lui seul (sans une infection surajoutée). Ces deux cas se rapportent à l'inoculation dans les muscles.

Dans l'expérience 35 le lapin a péri aussi de la rage après une maladie de 1 jour $^1/_2$ à la suite d'une inoculation sous-cutanée: mais une infection surajoutée (pasteurellose) s'y joignit, — ce cas donc n'est pas pur. Les expériences 27 et 32 rappellent tout à fait les quatre expériences faites avec le virus fixe que nous venons de décrire ci-dessus. Chez l'un de ces lapins les premiers symptômes de la rage ont apparu après 37 jours, chez l'autre — après 245 jours. Chez le premier la maladie durait 85 jours, chez le second — 74 jours. La marche de la maladie était complètement analogue à celle qui vient d'être décrite à propos de l'inoculation du virus fixe. Après la mort du lapin No 27 on y a constaté une pasteurellose; l'autopsie du lapin No 32 n'a pas été faite.

Nous dirons donc pour conclure: e n i n o c u l a n t d e s p e t i t e s d o s e s d e v i r u s r a b i q u e d a n s l e s d i v e r s t i s s u s d e l'o r g a n i s m e d e s l a p i n s — à l'e x c e p t i o n d u s y s t è m e n e r v e u x c e n t r a l — o n n e p e u t d é m o n t r e r d e s d i f f é r e n c e s é v i d e n t e s, q u a n t à l a v i r u l e n c e, e n t r e l e v i r u s f i x e e t c e l u i d e r u e s. Après l'inoculation de l'un ou de l'autre, le pour-cent plus ou moins égal des lapins ne réagit point contre l'infection; d'autres succombent au milieu des symptômes de la rage, mais à la suite d'une infection surajoutée. Ce n'est qu'inoculé dans les muscles que le virus de rues se montre d'une façon évidente — même avec des doses faibles — plus virulent que le virus fixe: sur trois inoculations intramusculaires, exécutées avec le virus de rues à la dose de 1 à 2 mg., deux fois la mort arriva au milieu des symptômes classiques de la rage sans aucune infection surajoutée (exp. 31 et 38), tandis que sur quatre inoculations intramusculaires, faites avec le virus fixe à la dose de 2 mg., pas un lapin n'a péri avec des symptômes de la rage (même trois d'entre eux ont survécu).

Passons maintenant à la description des expériences exécutées avec des doses fortes de virus. Ces expériences sont consignées dans la Table XLII qui a été établie d'après les modèles précédents.

Voir Table XLII, page 382–393.

TABLE XLII.

Influence sur l'organisme animal
Influence des doses

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (Toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1904 19/VIII | apin | cerveau du chien *a* péri de la rage de rues | muscles de la patte | pas noté d'une façon précise | 9/IX | 21 |
| 2. | 1/IX | " | virus de rues dtto chien *b*. | dtto près de la colonne vertébrale | dtto | 14/IX | 13 |
| 3. | 29/X | " 3090 | virus de rues dtto chien *c*. | dans la peau scarifiée | dtto | 28/XI | 30 |
| 4. | 1/XII | " | virus de rues cerveau du lapin Nr. 3. | sous la dure-mère | dtto | 13/XII | 12 |
| 5. | 18/IX | " 3300 | virus de rues cerveau du lapin Nr. 2; dilué 10 fois 0 5 cc. | dtto | 50 | 29/IX | 11 |
| 6. | " | " 2900 | dtto 0·7 cc. (environ) | sous la peau du ventre | 70 environ | 19/X | 31 |
| 7. | " | " 2500 | dtto 0·8 cc. environ | dans le péritoine | 80 environ | 8/X | 20 |
| 8. | " | " 2800 | dtto environ 0 5 cc. | dans la queue | environ 50 | 2/X | 14 |
| 9. | " | " 2250 | dtto | dans la peau du ventre par scarification | impossible à déterminer d'une façon précise | 13/X | 25 |
| 10. | 19/XII | " 2200 | virus de rues (comme les Nr. 11 et Nr. 12). | sous la dure-mère | non déterminé | 29/XII | 10 |
| 11. | " | " 2950 | virus de rues: cerveau humain; émulsion épaisse frictionnée avec une baguette et laissée sur une surface d'étendue d'une paume de main pendant 10 min. (v. T. XLI, 24—31). | dans la peau du ventre au moyen de nombreuses scarifications | impossible à déterminer | 30/I | 42 |

du virus fixe et de celui de rues.

fortes (minim. 50 mg.).

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 12/IX | 24 | Périt de la rage. | |
| | | 16/IX | 15 | Dtto | |
| 3/XI. 3010<br>16. 3030<br>22. 2940 | 26. 2920<br>29. 2710 | 30/XI | 32 | Périt de la rage. — Le cerveau du chien *c* était gardé dans la glycérine pendant 23 jours avant l'inoculation au lapin Nr. 3. | |
| | | 16/XII | 15 | Périt de la rage. | |
| 27. 3230<br>30. 3100 | | 1/X | 13 | Périt dela rage. — Autopsie: lésions inflammatoires dans le lobe supérieur du poumon droit. | Les lapins Nr. 5 à Nr. 9 ont été inoculés avec le cerveau du lapin Nr. 2, mort depuis 48 heures, qui commençait à sentir mauvais. |
| 27. 2750<br>3/X. 2780<br>12. 2840 | 16. 2750<br>19. 2590<br>21. 2460 | 22/X | 34 | Périt de la rage. | |
| 27. 2490<br>3/X. 2450 | 12. 1790<br>13. 1700 | 14/X | 26 | Dtto | |
| 27. 2830<br>3/X. 2570 | | nuit du 3 au 4/X | $15^1/_2$ | Périt de la rage.—Autopsie a démontré des cysticerques dans la cavité abdominale. | |
| 27. 2250<br>3/X. 2240 | 12. 2160<br>14. 2000<br>15. 1970 | 15/X | 27 | Périt de la rage. | |
| 6. 2220<br>8. 2070<br>12. 1750 | 13. 1620<br>14. 1530<br>15. 1430 | nuit du 1 au 2/I | $13^1/_2$ | Dtto Inoculé comme témoin. | |
| 1/I. 2690<br>15. 2930<br>21. 2770<br>23. 2580 | 25. 2680<br>28. 2530<br>29. 2410<br>30. 2270 | 30/I | 42 | Jusqu'au dernier jour il ne montrait aucun affaiblissement des extrémités, ni des symptômes de paralysie; ce n'est que le 30 janvier qu'il présente une démarche chancelante et tombe facilement. Autopsie: lésions inflammatoires occupant 2 lobes pulmonaires; cirrhose très nette du foie; dans les urines, le sucre est très manifeste. — Il périt de la rage.<br>Avec son cerveau on a exécuté les expériences 32 à 40, T. XLI. | |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (Toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12. | 1904 19/XII | lapin 2850 | dtto | dtto | dtto | 22/I | 34 |
| 13. | 1905 8/V | " 2790 | virus de rues; cerveau du lapin (T. XLI, 38); un hémisphère (sans la pie-mère) dilué 10 fois, non filtré; 2 cc. | dans les muscles de la jambe (patte postér.) | 200 | 21/V | 13 |
| 14. | " | " 2360 | dtto | dtto | 200 | 17/V | 9 |
| 15. | " | " 2350 | dtto | dans le péritoine | 200 | 22/V | 14 |
| 16. | " | " 2100 | dtto | dtto | 200 | 22/V | 14 |
| 17. | " | " 2290 | dtto | sous la peau du ventre | 200 | 25/V | 17 |
| 18. | " | " 2060 | dtto | dtto | 200 | 27/V | 19 |
| 19. | " | " 2230 | dtto de l'autre hémisphère du même cerveau, subst. grise des lobes antéro-supérieurs; diluée 2000 fois; non filtrée; 0·2 cc. | dans le cerveau | 0·1 | 22/V | 14 |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|---|
| 1/I. 2790<br>15. 2990<br>21. 2710 | 22. 2660<br>23. 2490<br>24. 2480 | nuit du 24 au 25/I 1905 | 36½ | Succomba au milieu des symptômes manifestes de la rage.<br><br>Les expériences 10 - 12 ont été exécutées 4 jours après la mort de la personne dont le cerveau y a été employé. Ce cerveau était gardé dans la glycérine pendant 3 jours. |
| 17. 2600<br>20. 2700<br>21. 2600 | 22. 2540<br>23. 2470<br>24. 2440 | nuit du 25 au26/V | 17½ | Succomba au milieu des symptômes typiques de la rage. Autopsie avec résultat négatif. Beaucoup d'urine. Sucre très manifeste. Cultures du sang et du cerveau stériles. |
| 17. 2200<br>18. 2160<br>19. 2060 | | 19/V | 11 | Succomba au milieu des symptômes typiques de la rage. Autopsie: quelques-uns des lobes pulmonaires dans un état inflammatoire! rien de plus. Beaucoup d'urine. Sucre très manifeste (quelques %). Sang et cerveau stériles. |
| 18. 2190<br>20. 2150<br>22. 2020 | 23. 1950<br>24. 1910 | 24/V | 16 | Succomba au milieu des symptômes typiques. Autopsie absolument négative. Beaucoup d'urine. Traces manifestes de sucre. Cultures du sang et du cerveau stériles. |
| 17. 2000<br>29. 2030<br>21. 1985 | 22. 1920<br>23. 1815 | 23/V | 15 | Dtto, seulement plus de sucre dans les urines.<br><br>Son cerveau a été employé pour l'expérience 21. (v. ci-dessous). |
| 17. 2040<br>19. 2140<br>21. 2160 | 23. 1815<br>25 2110<br>27. 1950 | nuit du 27 au28/V | 19½ | Succomba au milieu des symptômes typiques. Autopsie n'a pas été faite. |
| 17. 1650<br>20. 1730<br>23. 1720<br>25. 18[illegible]0 | 26. 1760<br>27. 1650<br>28. 1540 | 28/V | 20 | Succomba au milieu des symptômes de la rage. Autopsie a démontré une quantité considérable de cysticerques dans l'épiploon et une cirrhose secondaire du foie, bien prononcée. Beaucoup d'urine, mais on n'y a pas trouvé de sucre! Cultures du sang et du cerveau stériles. |
| 17. 2000<br>20. 1870<br>22. 1740 | 23. 1620<br>24. 1480 | 24/V | 16 | Succomba au milieu des symptômes manifestes de la rage. Autopsie avec résultat négatif: seulement, suppuration sous la peau du crâne (au point d'inoculation). Pas de sucre dans les urines! |

Les expériences de 13 à 20 inclusivement ont été exécutées avec le cerveau enlevé du crâne 24—36 heures après la mort du lapin (Nr. 38. T. XLI).

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (Toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20. | 1905 8/V | lapin 2000 | dtto 0·1 cc. | dtto | 0·05 | 22/V | 14 |
| 21. | 24/V | " 2000 | cerveau du lapin Nr. 16; dilué 100 fois; filtré; 20 cc. pas entiers (vir. de rues) | dans la veine de l'oreille | environ 180 | | |
| 22. | 31/X 1904 | " 2530 | v. fixe; cerv. du lapin; dilué 10 fois; non filtré | dans le cerveau | 10 | 5/XII | 5 |
| 23. | " | " 2130 | dtto | dans la peau du ventre au moyen de scarifications | impossible à determiner strictement | | |
| 24. | " | " 1860 | dtto | dans le péritoine | 100 | | |
| 25. | " | " 2630 | dtto | sous la peau | 100 | | |
| 26. | " | " 1910 | v. fixe; émulsion épaisse non filtrée de la subst. grise, frictionnée avec une baguette et laissée pendant 10 min. sur une surface d'étendue d'une paume de main. | dans la peau du ventre au moyen de nombreuses scarifications | impossible à déterminer | | |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques | |
|---|---|---|---|---|
| 17. 1830 23. 1700<br>20. 1790 24. 1550<br>22. 1770 | nuit du 24 au 25 | $16^1/_2$ | Succomba au milieu des symptômes manifestes de la rage. Autopsie avec résultat négatif. Pas d'urines. Cultures du sang et du cerveau stériles. | Les expériences de 13 à 20 inclusivement ont été exécutées avec le cerveau enlevé du crâne 24—36 heures après la mort du lapin (Nr. 38, T. XLI). |
| 1/VI. 2200 25. 2360<br>16/VI. 2360 | 18/VIII | 86 | Il succomba, quand j'étais malade, au milieu des symptômes inconnus. Autopsie n'a pas été faite. Diagnostic impossible. | |
| 4/XI. 2525 | nuit du 6 au 7/XI | $6^1/_2$ | Inoculé pour servir de témoin. | |
| 4/XI. 2160 1/IV. 2360<br>3/XII. 2070 10/V. 2300<br>1/I. 2380 10/VI. 2350<br>4/II. 2320 28/VIII. 1670<br>4/III. 2200 | | | Les lapins Nr. 23 et Nr. 24 étaient élevés en juillet et en août dans des conditions exceptionnellement mauvaises; c'est pourquoi ils ont perdu tant de poids. Cela mis à part, ils se portaient toujours bien, et le 1/IX 1905, c'est-à-dire après 305 jours, on les a employés pour d' autres expériences. | |
| 4/XI. 1845 1/IV. 2150<br>3/XII. 1940 10/V. 2090<br>1/I. 2150 10/VI. 2020<br>4/II. 2210 28/VIII. 1980<br>4/III. 2100 | | | | |
| 4/XI. 2520 4/II. 2510<br>11. 2420 20/II. 2370<br>3/XII. 2430 4/III. 2330<br>1/I. 2640 | 10/III 1905 | 130 | Ce lapin était atteint pendant quelques semaines d'un écoulement purulent des narines. Il ne montrait pas des symptômes de la rage. Autopsie: à la coupe des poumons il s'écoule du pus des bronches; le lobe inférieur du poumon gauche est recouvert d'un exsudat fibrineux mou. Pas de sucre dans les urines. Le sang du coeur s'est montré stérile. | |
| 19. 2070 4/II. 2200<br>3/XII. 1940 4/III. 2340<br>18. 2110 18. 2150<br>15/I. 2210 30. 1820 | nuit du 30 au 31/III 1905 | $146^1/_2$ | Il était bien portant jusqu'à fin mars; ensuite il a cessé de manger, est devenu très faible de la sorte qu'il tombait en marchant, tremblait; le 30 mars il restait couché en agitant les pattes et avait des frissons fréquents. Autopsie n'a démontré aucune lésion, sauf une hyperhémie prononcée des méninges. Pas de sucre dans les urines. Culture du sang stérile. Culture du cerveau a donné les bactéries de pasteurellose! Avec ce cerveau on a inoculé 2 lapins sous la dure-mère: tous les deux ont succombé le lendemain. | |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (Toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27. | 4/XI | lapin 2700 | dtto | dtto | dtto | 26/XI | 22 |
| 28. | " | " 2125 | dtto | dtto | dtto | | |
| 29. | " | " 2050 | dtto | dtto | dtto | | |
| 30. | " | " 2300 | vir. fixe, du même cerveau que dans les exp. 26 – 29 | sous la dure-mère | une très petite quantité | 9/XI | 5 |
| 31. | 10/XI | " 3330 | vir. fixe subst. grise | dans la queue. | 100 | 18/XI | 8 |
| 32. | " | " | dtto | sous la dure-mère | très petite quantité | 15/XI | 5 |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|
| 11. 2610 5/XII. 2400<br>19. 2480 7. 2520<br>26. 2180 8. 2410<br>28. 2250 9. 2280<br>30. 2390 | 9/XII | 35 | Le 26/XI chancelant, inquiet remuait constamment la tête, en la branlant. Ensuite, son état général s'est amélioré, mais ces mouvements bizarres de la tête persistaient toujours, tantôt plus, tantôt moins accentués. Au commencement de décembre ses mouvements sont devenus de nouveau très chancelants et peu assurés: il tombait en marchant, après quoi il ne se levait qu'avec grande peine, en branlant toujours la tête. Le soir du 8/XII il était encore assis, le matin du 9/XII il restait couché, et à midi il a succombé. Autopsie n'a démontré aucune lésion. Beaucoup d'urine: traces de sucre dans l'urine. — Ensemencement du cerveau a donné une culture abondante des bactéries de la septicémie hémorrhagique. Inoculation de son cerveau, à deux reprises, aux 4 lapins a causé le lendemain déjà leur mort de la septicémie. |
| 8. 1920 4/II. 2430<br>11. 2050 4/III. 2480<br>19. 1950 1/IV. 2320<br>3/XII. 2070 7/V. 2460<br>18. 2280 10/VI. 2380<br>8/I. 2330 4/VIII. 2170 | 4/VIII 1905 | 273 | Dès le début il était atteint d'un écoulement purulent des narines. Son état tantôt s'améliorait, tantôt s'empirait. En juin ses narines se sont recouvertes de croûtes. La respiration devint très difficile. Il a succombé, quand j'étais malade: il n'était donc pas alors observé; deux jours avant de succomber il aurait cessé de manger, m'a-t-on dit. Autopsie (Dr Eisenberg) avec résultat négatif; pas de sucre dans les urines. Je ne sais pas, s'il a manifesté des symptômes de la rage avant de mourir. |
| 8. 2200<br>11. 2230<br>15. 2140 | nuit du 14 au 15/XI | $10^1/_2$ | Il a succombé subitement sans aucun symptôme de la rage. Le soir du 14 il était bien portant, le matin du 15 on l'a trouvé mort. Autopsie: état inflammatoire de quelques lobes pulmonaires; oedème aigu de la rate; cerveau pâle. Du sang on a obtenu des cultures abondantes des bactéries de la septicémie hémorrhagique. |
| 8. 2170<br>9. 2100 | nuit du 10 au 11/XI | $6^1/_2$ | Inoculé comme témoin. |
| 15. 3470 17. 3290<br>16. 3430 20. 3070 | 20/XI | 10 | Périt de la rage. |
| | 17/XI | 7 | Inoculé comme témoin. |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (Toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33. | 16/XI | lapin 1840 | v. fixe subst. grise du cerveau dans une émulsion épaisse. non filtrée, frictionnée avec une baguette et laissée 10 min. | dans la peau du ventre au moyen de nombreuses scarifications | impossible à déterminer | | |
| 34. | „ | „ | vir. fixe comme chez le lapin Nr. 33 | sous la duremère | très petite quantité | 21/XI | 5 |
| 35. | 1905 25/V | „ 1600 | vir. fixe frais: un hémisphère (sans la piemère) dilué 10 fois, non filtré; inj. 2 cc. | sous la peau du ventre | 200 | | |
| 36. | „ | „ 1830 | dtto | „ | 200 | | |
| 37. | „ | „ 1370 | dtto | dans le péritoine | 200 | | |
| 38. | „ | „ 1390 | dtto | dtto | 200 | | |
| 39. | „ | „ 2090 | dtto | dans les muscles de la jambe (patte post.) | 200 | | |
| 40. | „ | „ 2230 | dtto | dtto | 200 | 17/VI | 23 |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|
| 26. 2080 22/IV. 2970<br>18/XII. 2180 26. 2490(!)<br>8/I. 2300 28. 2720<br>4/II. 2480 7/V. 2220<br>4/III. 2670 11. 2050<br>30/III. 2800 12. 1900(!) | nuit du 12 au 13/V 1905 | $177^1/_2$ | Fin avril ce lapin a tombé malade, mais bientôt il s'est rétabli. Au commencement de mai il est devenu de nouveau malade et ne mangeait rien, maigrissait de plus en plus et a succombé à la fin. Autopsie a démontré des lésions très étendues dans les poumons, dans les plèvres et dans le médiastin antérieur; les cavités nasales étaient remplies partout d'un pus fluide. Pas d'urine. Le cerveau a donné des cultures de pasteurellose! On a inoculé ce cerveau sous la dure-mère à un lapin et à un cobaye. Le lapin a péri le soir du même jour de la septicémie, tandis que le cobaye a resté sain et sauf jusqu'au 1/IX 1905, c'est-à-dire pendant 111 jours. On a cessé de l'observer ensuite. Le lapin Nr. 33 à son vivant n'a manifesté aucun symptôme de la rage. |
| | 24/XI | 8 | Inoculé pour servir de témoin. |
| 1/VI. 1740<br>16. 1770 | 27/VIII | 94 | Il a succombé, quand j'étais malade, au milieu des symptômes inconnus. Il a beaucoup maigri. Autopsie n'a pas été faite. |
| 1/VI. 1950 16. 2030<br>28/VIII. 1880 | | | Toujours bien portant. Observé pendant 99 jours, c'est à dire jusqu'au 1/IX 1905. |
| 1/VI. 1510 16. 1750<br>28/VIII. 2220 | | | dtto |
| 1/VI. 1570 16. 1770<br>28/VIII. 2120 | | | dtto |
| 1/VI. 2270 16. 2340<br>29/VIII. 2730 | | | dtto |
| 1/VI. 2390 23. 2200<br>6. 2360 27. 2220<br>16. 2110 3/VII. 1930 | nuit du 2 au 3/VII | $38^1/_2$ | A partir du mi-juin il inclinait la tête nettement à gauche. Dans ses derniers jours il n'était pas observé, on ne sait pas donc, au milieu de quels symptômes il a succombé. Autopsie a démontré dans la cavité abdominale beaucoup de cysticerques et la cirrhose secondaire du foie. Peu d'urine. On n'a pas recherché du sucre. L'ensemencement du cerveau a démontré une pasteurellose. Deux cobayes, inoculés sous la dure-mère avec ce cerveau, ont péri de la pasteurellose au bout de 24 heures. |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Animal inoculé et son poids (en grammes) | Virus de rues ou virus fixe; son origine. (Toujours le cerveau). | Lieu de l'inoculation | Combien de mg.? | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 41. | 1905 25/V | lapin 1940 | dtto dilué 100 fois, filtré, 20 cc. | dans la veine de l'oreille | 200 | | |
| 42. | " | " 1450 | dtto | dtto | 200 | | |
| 43. | " | " 2260 | v. fixe des parties antéro-supérieures de l'autre hémisphère du même cerveau; dilué 2000 fois; non filtré; 0 1 cc. | sous la dure-mère | 0·05 | 30/V | 5 |
| 44. | 16/VI | " 2140 | vir. fixe, tout un hémisphère, non filtré, dilué 100 fois; 50 cc. | sous la peau | 500 | | |
| 45. | " | " 2270 | dtto | " | 500 | | |
| 46. | " | " 2120 | dtto | " | 500 | | |
| 47. | " | " 1850 | dtto subst. grise de l'autre hémisphère, diluée 2000 fois, non filtrée; 0·1 cc. | sous la dure-mère | 0·05 | 21/VI | 5 |
| 48. | 17/XII 1904 | cobaye 330 | vir. fixe subst. blanche du cerveau du lapin diluée 50 fois, non filtrée, 1 cc. $^1/_2$ — le 19/XII encore 1 cc. | sous la peau du ventre | 50 | 6/I | 20 |

| Poids de l'animal au cours de l'expérience | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculat. | Remarques |
|---|---|---|---|
| 3/VI. 2160<br>16. 2260 | 28/VII | 64 | Il n'a manifesté aucun symptôme de la rage. Autopsie (Dr. Eisenberg): lésions très étendues dans les poumons, causées par „influenza des lapins". On n'a pas trouvé de sucre dans les urines. |
| 3/VI. 1620 6/X. 2850<br>16. 1730 2/XI. 2980<br>28/VIII. 2570 19/I. 3230 | | | Toujours bien portant. Observé 249 jours, c'est-à-dire jusqu'au 29/I 1906. |
| 29/V. 2360<br>30. 2270<br>31. 2190 | 1/VI | 7 | Inoculé pour servir de témoin. |
| 22. 2140 20/I. 2060<br>29/VIII. 2320 29. 2160<br>6/X. 2400 19/VI. 1660<br>2/XI. 2260 | 19/II 1906 | 248 | En janvier 1906 il a été atteint du coryza, (écoulement purulent des narines). Dans le courant de février il a maigri beaucoup et est devenu faible, mais il n'a jamais présenté des symptômes de la rage. Autopsie a démontré des lésions inflammatoires dans les poumons et la plèvre, du liquide dans le péricarde et le péritoine. Peu d'urine. On n'a pas trouvé de sucre. L'ensemencement du cerveau a donné des cultures du Proteus vulgaris. |
| 22. 2460 | 9/VIII 1905 | 54 | Il a succombé, quand j'étais malade, subitement, m'a-t-on dit, sans aucun symptôme de la rage. Autopsie n'a pas été faite. |
| 22. 2140 2/XI. 2570<br>29/VIII. 2450 19/I. 2070<br>6/X. 2530 | 19/I 1906 | 217 | Pas observé pendant les dernières semaines de sa vie, a succombé, m'a-t-on dit, sans symptômes de la rage. Autopsie: lésions inflammatoires dans les poumons; à la coupe, le pus s'écoule des bronches; la rate extrêmement augmentée de volume, bleu-violacée Cela excepté, aucune lésion d'ailleurs. Le sang du coeur stérile. |
| 20. 1910<br>21. 1850<br>22. 1760 | 23/VI | 7 | Inoculé pour servir de témoin. |
| 23. 360<br>7/I. 340 | 7/I 1905 | 21 | Succomba au milieu des symptômes manifestes de la rage. Autopsie n'a démontré aucune lésion. Deux cobayes, inoculés sous la dure-mère avec son cerveau, ont péri de la rage 6 et 7 jours après. |

Comme nous voyons, 48 expériences sont consignées dans la Table XLII. Les premières 21 ont été exécutées avec le virus de rues et les 27 suivantes avec le virus fixe. Toutes ces expériences ont été faites sur des lapins, sauf la dernière qui a été exécutée sur un cobaye. Cette expérience est décrite ici, car c'est la seule de toutes mes expériences dans laquelle, à la suite de l'inoculation sous-cutanée du virus fixe, l'animal a péri de la rage au milieu des symptômes classiques sans aucune infection secondaire. Outre ce cobaye, j'ai inoculé en même temps encore trois autres sous la peau avec la même dose de virus fixe. Aucun de ces derniers n'a péri de la rage. Ils n'étaient cependant en observation que pendant un mois.

En examinant les résultats des expériences consignées dans la Table XLII, nous voyons que les lapins inoculés avec le virus de rues ont péri de la rage tous sans exception et pour la plupart même déjà un mois après l'inoculation ou au plus tard dans l'espace de 6 semaines. Nous ne rencontrons qu'une seule exception: c'est le lapin No 21, inoculé dans la veine, dont on ne sait pas, s'il a péri de la rage ou non. Par contre, sur 28 animaux qui avaient été inoculés avec le virus fixe, 7, c'est-à-dire un quart, ont survécu. De ceux qui ont succombé 9 seulement — dont 6 inoculés sous la dure-mère — ont péri dans l'espace d'un mois après l'inoculation. Il n'y a donc que trois animaux qui restent qui, inoculés avec le virus fixe ailleurs que dans le système nerveux central, ont péri dans l'espace d'un mois après l'inoculation. De ces trois cependant le lapin No 29 a péri de la pasteurellose sans présenter aucun symptôme de la rage. Ainsi donc, de 22 animaux, inoculés avec le virus fixe ailleurs que dans le système nerveux central, 2 seulement ont succombé dans l'espace d'un mois après l'inoculation. Par contre, de 16 lapins, inoculés avec le virus de rues ailleurs que dans le système nerveux central, 11 ont péri de la rage dans l'espace d'un mois après l'inoculation. Cette seule énumération, paraît-il, suffirait pleinement pour prouver la moindre virulence du virus fixe, lorsqu'on l'inocule ailleurs que dans le système nerveux central.

Onze expériences avec l'inoculation de la rage sous la dure-mère ou dans le cerveau ont été consignées dans la Table XLII. Cinq de celles-ci ont été exécutées avec le virus de rues: la mort est survenue après 13—16$^1/_2$ jours; six expériences ont été faites

avec le virus fixe: la mort est arrivée après $6^1/_2$—8 jours. Ainsi donc lorsqu'on fait des inoculations dans le système nerveux central, le virus fixe se montre beaucoup plus virulent que le virus de rues. Dans le cerveau on n'inoculait chaque fois que des très faibles doses de virus (50 mg. une fois seulement), car ces expériences n'étaient faites que pour la contrôle.

Pour rendre plus aisé l'examen des résultats des expériences consignées dans la table XLII, j'ai dressé la Table XLIII.

Voir Table XLIII, pag. 396.

Dans les expériences de la Table XLII on inoculait d'habitude la même dose de virus fixe que de virus de rues (200 mg.). Quelquefois seulement on inoculait le virus de rues (exp. 6, 7 et 8) à une dose plus faible (50 à 80 mg.), ou le virus fixe (exp. 44, 45 et 46) à une dose plus élevée (500 mg.). L'expérience 48 fait une exception. Malgré cela, les lapins inoculés avec la rage de rues périssaient presque toujours (sauf une exception) d'une manière classique et beaucoup plus vite que ceux inoculés avec la rage de laboratoire.

Deux expériences ont été faites, en inoculant le virus de rues et le virus fixe (une quantité deux fois plus grande) dans la queue des lapins (exp. 8 et 31). Dans ces cas, le virus fixe s'est montré plus virulent que le virus de rues. Mais je crois que cette expérience ne peut ébranler les résultats de toutes les autres. On a fait ces deux inoculations trop près du système nerveux central: pour être cependant exact je n'ai pas voulu passer cette expérience sous silence. De même que si l'on inoculait des grandes quantités (100 à 200 mg.) de virus fixe dans les muscles du dos du lapin tout près de la colonne vertébrale, la mort arriverait d'une manière classique et plus tôt qu'après l'inoculation de la même quantité de virus de rues dans le même endroit[1]). Mais on ne peut jamais conclure des expériences pareilles que le virus fixe soit plus virulent pour des animaux en dehors du système nerveux, que le virus de rues. Car si l'on injecte au voisinage de la colonne vertébrale des grandes quantités de virus fixe, une certaine quantité de celui-ci peut très facilement pénétrer dans la moelle avec le courant san-

[1]) Quatre expériences semblables ont été décrites dans le chapitre V (I-re partie) de ce travail.

TABLE XLIII.

Résultats des expériences consignées dans la table XLII.

| On a inoculé le virus : | Virus de rues | | | | Virus fixe | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Combien d'animaux ont été inoculés | Combien d'entre eux ont succombé au milieu des symptômes de la rage | Combien ont péri de la rage incontestablement | Combien ont survécu | Combien d'animaux ont été inoculés | Combien d'entre eux ont succombé au milieu des symptômes de la rage | Combien ont péri de la rage incontestablement | Combien ont survécu |
| dans le cerveau ou sous la dure-mère | 5 | 5 | 5 | 0 | 6 | 6 | 6 | 0 |
| dans les muscles | 4 | 4 | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| dans la peau | 4 | 4 | 4 | 0 | 6 | 3 | 0 | 1 |
| sous la peau | 3 | 3 | 3 | 0 | 7 | 2 | 1 | 1 |
| dans le péritoine | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| dans la queue | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| dans la veine | 1 | 1 (?) | 1 (?) | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Total (excepté les animaux inoculés dans le système nerveux central) | 16 | 15 | 15 | 0 | 21 | 7 | 2 | 7 |

guin ou lymphatique, et alors cette infection sera à proprement parler une infection du système nerveux central.

Pour moi, l'expérience 48 est la seule qui parle en faveur de la virulence parfois très prononcée du virus fixe inoculé ailleurs que dans le système nerveux central. Le cobaye, inoculé sous la peau, y périt après 21 jours. Mais cette virulence ne surpasse pas celle du virus de rues qui dans les expériences 17 et 18 a tué les lapins après $19^1/_2$ et 20 jours (c'est vrai que la dose y était quatre fois plus élevée). Quant à l'expérience 6, on ne peut la comparer aux autres, car les matériaux y employés n'étaient par frais.

Les expériences qui sont décrites ici ont été exécutées presque exclusivement sur des lapins, ce qui était fait de propos délibéré. Notamment, dans la littérature concernant notre sujet se rencontrent souvent les opinions (encore même dans ce dernier temps) d'après lesquelles le virus fixe serait un virus renforcé vis-à-vis des lapins; ce virus après les passages successifs à travers des centaines de générations des lapins aurait perdu sa virulence vis-à-vis de l'homme, par ex., c'est pourquoi l'on peut impunément l'inoculer aux hommes sous la peau. Je crois que les expériences consignées dans la Table XLII pourront persuader tout le monde qu'il est impossible de parler du renforcement de la virulence du virus fixe vis-à-vis de l'organisme des lapins. S'il en était ainsi, ce virus tuerait tous les lapins sans exception dans un temps beaucoup plus court que le virus de rues, en quelque endroit qu'il fût inoculé. Cependant nous voyons que les choses se passent tout autrement. Le virus de rues „faible" et „non renforcé" tue tous les lapins dans un temps court, tandis que le virus fixe „renforcé vis-à-vis des lapins" littéralement ne tue pas un seul lapin (à l'exception de celui qui a été inoculé dans la queue). Il est donc impossible, je pense, d'y parler d'un renforcement quelconque du virus fixe vis-à-vis de l'organisme des lapins.

En réalité, quelques auteurs n'admettent pas cette opinion courante sur „le renforcement du virus fixe vis-à-vis de l'organisme des lapins". Autant que je sais, le plus explicite serait Marx dans sa dernière publication sur la rage[1]) Je me permets d'en extraire les deux passages suivants: „Seine Virulenzsteigerung (du virus

[1]) „Lyssaimmunität" (1904) in „Handbuch" de Kolle et Wassermann (chapitre: Strassenvirus und Virus fixe).

fixe) ist also eine ganz allgemeine und nicht nur einseitig auf Kaninchen gerichtete". Et: „Also auch beim Kaninchen besteht unter Umständen eine grössere Infektiosität der Strassenwut als sie das Virus fixe hat". Pourtant, il vaut mieux étudier les travaux de cet auteur, concernant ces questions.

A la place de cette explication „du renforcement du virus fixe vis-à-vis des lapins", une autre se présente nécessairement. Nous n'ignorons pas que le virus fixe inoculé dans le système nerveux central d'un mammifère quelconque entraîne sa mort dans un espace de temps beaucoup plus court que le virus de rues. Tout le monde sans exception est d'accord quant à ce fait. De l'autre côté cependant, les inoculations du virus fixe dans d'autres tissus d'un mammifère quelconque donnent des résultats moins sûrs que les inoculations du virus de rues. Nous avons vu que cet autre fait était admis aussi depuis longtemps par beaucoup d'auteurs. Pourtant, ce fait n'a pas acquis jusqu'à ce jour une approbation aussi unanime que celui-là, ce qui résulte, à mon avis, de ce que l'on ne faisait pas attention dans les expériences à la quantité de virus inoculé. A l'aide des expériences consignées dans les deux tables de cette section j'ai tâché de prouver que, si nous inoculons des petites quantités de virus, la différence dans la virulence entre le virus fixe et celui de rues n'apparaît que d'une façon peu distincte. Pour l'apprécier, il est nécessaire d'opérer avec des doses fortes.

Je suppose cependant que grâce à l'appui des expériences des auteurs cités au début de cette partie, de même que de mes expériences décrites ci-dessus, ce deuxième fait va gagner aussi l'approbation unanime à l'égal du premier. Et si nous admettons ces faits tous les deux, nous ne pouvons en tirer qu'une seule conclusion, quand même cette conclusion devrait paraître téméraire, notamment:

Le virus fixe est un virus renforcé vis-à-vis du système nerveux central de tous les mammifères en général. Et il me semble que c'est justement en cela que consiste la différence principale et fondamentale entre le virus fixe et celui de rues. Pendant toute une série d'années et dans des centaines de générations on transplantait, par des inoculations successives, le virus de rues d'un système nerveux dans l'autre. Ce virus donc a dû s'adapter peu à peu au tissu nerveux et perfectionner au suprême degré sa faculté innée d'agir sur ce tissu. En même temps

cependant, par défaut d'usage, peut-être, il a perdu quelques autres de ses facultés qui le faisaient primitivement capable de vaincre l'influence défavorable des autres tissus et de se diriger peu à peu vers le système nerveux central, en partant d'un point quelconque de l'organisme. En autres termes, le virus de rues s'est transformé peu à peu en virus fixe. Cela nous peut servir d'exemple du renforcement considérable et du perfectionnement de certaines fonctions avec l'affaiblissement simultané, ou peut-être même la disparition, des autres fonctions. Je dirais même que cette manière d'être nous rappelle vivement celle de quelques-uns des parasites animaux qui eux aussi grâce à leur parasitisme, à l'adaptation aux conditions tout à fait spéciales ont perdu au cours des milliers de générations beaucoup de fonctions très importantes et ont perfectionné, en revanche, d'une manière extraordinaire quelques autres fonctions.

J'ai dit ci-dessus que notre conclusion peut paraître téméraire. Nous sommes habitués notamment depuis longtemps à considérer que le renforcement de la virulence des microorganismes se produit exclusivement par rapport à des certaines espèces animales, mais non à des certains tissus sans avoir égard à l'espèce ou à la race de l'animal. Nous parlons, par ex., du renforcement de la virulence du streptocoque vis-à-vis des souris, de celle des bacilles du rouget du porc vis-à-vis des pigeons, etc. De l'autre côté, nous voyons cependant que beaucoup de microbes pathogènes ou de leurs produits ne s'enferment pas pour exercer leur action nocive dans des limites des espèces animales données, mais plutôt dans celles des certains tissus des espèces animales différentes. Ainsi, par ex., la toxine tétanique agit sur le système nerveux de plusieurs espèces animales, et si nous réussissons à exalter la virulence des toxines sécrétées par les bacilles du tétanos, cette virulence ne s'exalte pas vis-à-vis de l'organisme, par ex., de la souris seulement, mais aussi vis-à-vis de l'organisme du cobaye, du cheval, etc. Nous y voyons donc à un certain degré un phénomène analogue au renforcement du virus rabique. On pourrait citer encore beaucoup d'exemples semblables. On peut dire assurément que les microorganismes pathogènes sont des êtres adaptés plutôt à des certains tissus animaux qu'à des certaines espèces animales. Même ces microorganismes qui limitent leur action nocive exclusivement (au moins on l'affirme jusqu'à présent) à une espèce animale ou même à une race donnée, même ceux-ci ont presque toujours une affinité spéciale très mani-

feste avec un seul tissu de l'espèce donnée. Je vais rappeler, par ex., les parasites du paludisme.

Retournons cependant encore aux expériences décrites dans les Tables XLI et XLII. Quelques-unes ont été exécutées par l'inoculation aux lapins du virus fixe et de celui de rues dans la veine marginale de l'oreille. Après avoir injecté des doses faibles, on a observé les symptômes de la rage une fois chez un lapin inoculé avec le virus fixe (XLI, 7) et une fois chez un lapin inoculé avec le virus de rues (XLI, 27); dans les deux cas cependant la mort était causée par une infection surajoutée (pasteurellose). Avec des doses fortes on a inoculé ainsi trois lapins: un avec le virus de rues et deux avec le virus fixe. Le lapin inoculé avec la rage de rues a succombé au milieu des symtômes inconnus (XLII 21), tandis que les lapins inoculés avec le virus fixe n'ont présenté jamais des symptômes de la rage. Tout de même ces expériences sont trop peu nombreuses pour qu'il soit possible de dire que le virus de rues montre, injecté dans la veine, la virulence plus forte que le virus fixe. Il est donc nécessaire de poursuivre des expériences semblables; il est possible qu'en injectant le virus dans les veines on ne puisse démontrer que le virus de rues soit plus virulent que le virus fixe. C'est ce qu'on pourrait supposer d'après les expériences de Galtier sur les ruminants.

Il faut encore faire attention à quelques autres détails qui se trouvent dans nos tables, dans les „Remarques". Notamment, on a tâché toujours, en cas de mort du lapin inoculé, d'examiner son urine au point de vue de la glycosurie. Des travaux des auteurs qui nous ont précédés nous savons déjà que chez les animaux qui ont péri de la rage l'urine très souvent renferme du sucre. De l'autre côté, d'après les études des auteurs plus récents (Rabieaux et Nicolas)[1]) l'urine des animaux herbivores qui ont péri de la rage renfermerait toujours du sucre. Autant que je me rappelle, ces auteurs affirment que l'absence du sucre dans les urines des herbivores doit éliminer la rage. Il est bien naturel donc que, vu ces assertions, j'attachais une grande importance à m'assurer de la présence du sucre dans les urines de mes lapins. Et je dois confirmer l'opinion des savants français, bien que je ne l'exprime pas d'une

[1]) „La glycosurie dans la rage" (Journ. de Physiol. et de Pathol. gén., 1902, p. 95).

façon si absolue. Les résultats, consignés dans les Tables XLI et XLII, relativement à la présence ou à l'absence du sucre dans les urines doivent être divisé en quatre groupes.

Dans le premier, l'animal a succombé au milieu des symptômes de la rage, et en même temps on a démontré la présence du sucre dans son urine (XLI, 7, 31; XLII, 11, 13, 14, 15, 16, 27). Dans ce groupe la quantité de sucre, renfermé dans les urines, était presque toujours considérable. Deux fois seulement on y a constaté le sucre chez les animaux inoculés avec le virus fixe, et alors une fois même on n'a trouvé que des traces de sucre (XLII, 27). A part ces deux cas, tous les autres concernent l'inoculation du virus de rues.

Les animaux du deuxième groupe ont succombé sans présenter les symptômes de la rage, et on n'a pu trouver du sucre dans leurs urines (XLI, 8, 10; XLII, 25, 26, 28, 41, 44). Tous ces cas, sans exception, se rapportent à l'inoculation du virus fixe. Nous voyons donc que ces deux groupes renferment des faits qui corroborent l'opinion de Rabieaux et Nicolas.

Dans le troisième groupe ont trouvé place les cas, où il y avait du sucre dans les urines des lapins, quoique ceux-ci n'eussent jamais présenté des symptômes de la rage, et qu'on puisse être sûr, de l'autre côté, qu'ils n'ont pas péri de la rage (XLI, 18 (?), 22 et le lapin inoculé avec le cerveau du lapin Nr. 8). Il est évident que ces cas sont aussi d'accord avec l'opinion des auteurs français, car le sucre dans l'urine peut apparaître dans les autres maladies aussi.

Le quatrième groupe cependant renferme les cas où il n'était pas possible de déceler le sucre dans les urines même lorsque la maladie se terminait au milieu des symptômes de la rage. (XLI, 13 (?), 27, 35 (les inoculations diagnostiques ont démontré la rage), 38 (?); XLII, 18, 19). Mais on peut dire de chacun de ces cas qu'il n'était pas pur, car soit l'autopsie démontrait des lésions étendues dans les organes internes (par ex. dans le foie) qui auraient pu expliquer l'absence du sucre dans l'urine, soit les ensemencements bactériologiques prouvaient qu'une infection surajoutée avait été la cause ultime de la mort. Même, dans un de ces cas on n'a pas constaté des symptômes de la rage pendant la vie de l'animal.

Il me semble cependant qu'il faut dire que parfois on peut observer des cas de la rage, où il est impossible de déceler la présence du sucre dans les urines, même chez les herbivores. Je ne procédais à la recherche du sucre dans les urines que dans les

cas, où les inoculations avaient été faites ailleurs que dans le système nerveux central. Car il me semble — à la suite des recherches que je ne décris pas ici — que lorsqu'on inocule sous la dure-mère le virus fixe ou celui de rues, on peut toujours, si l'animal inoculé meurt, constater le sucre dans les urines. Par un hasard bizarre, l'analyse unique de l'urine d'un lapin pareil que nous avons notée ici (XLII, 19) n'a pas décelé la présence du sucre!

La recherche du sucre était faite toujours par le procédé de Bötcher-Nylander. Dans une solution titrée de sucre de raisin nous avons décelé à l'aide de ce procédé 1 p. 1000 de sucre encore d'une façon nette. Ainsi donc toutes les données sus-mentionnées, concernant la présence ou l'absence du sucre dans les urines, doivent être interprétées de cette manière qu' alors il y avait respectivement ou plus que 1 p. 1000 de sucre ou moins. Très bon indice de la présence ou de l'absence du sucre dans l'urine était presque toujours la quantité de celle-ci contenue dans la vessie des lapins morts. S'il y avait beaucoup d'urine, presque toujours il y avait aussi beaucoup de sucre; s'il y en avait peu, il n'y avait alors que des traces ou même pas du tout de sucre. Il est clair qu'il faut prendre garde à ce que l'urine après la mort de l'animal ne s'écoule pas de la vessie.

En poursuivant notre étude nous devons attirer l'attention encore sur un fait. Comme nous avons dit plus haut, chez les lapins morts dans les expériences consignées dans les Tables XLI et XLII on pouvait constater très souvent des infections surajoutées, secondaires, dues le plus souvent aux bactéries ovoïdes appartenant au groupe de la pasteurellose. Il est évident que toutes les fois que l'on soupçonnait une infection pareille, on examinait avant tout le sang du coeur de l'animal mort, en l'ensemençant sur des milieux de culture bactériologiques. Or, assez souvent rien ne poussait sur ces milieux, et malgré cela les animaux inoculés avec une parcelle du cerveau de l'animal examiné succombaient 1 à 2 jours après, comme il arrive dans les cas des septicémies. J'ai commencé alors à examiner non seulement le sang des animaux morts, mais aussi leur cerveau, en ensemençant celui-ci sur des milieux de culture. Et voici que j'obtenais alors assez souvent ce résultat absolument imprévu, que les milieux ensemencés avec du sang de l'animal examiné restaient stériles, tandis que sur les milieux ensemencés avec du cerveau de l'animal examiné on obtenait une riche culture d'une pasteurellose.

Cet ensemencement du cerveau des animaux morts, soupçonnés de l'infection surajoutée, donnait presque toujours un résultat positif, beaucoup plus souvent que l'ensemencement du sang du coeur, quoiqu'il s'agît de la septicémie. En quoi consiste ce phénomène, — voilà ce qui est bien difficile à élucider. Je me l'expliquais d'abord par ce que le cerveau des animaux examinés qui avait été déjà affaibli beaucoup par l'action du virus rabique (ce qui se manifestait encore pendant la vie de l'animal par les symptômes de la rage) devenait un milieu excellent pour la culture des autres microbes, meilleur même que le sang de cet animal pour les bactéries du groupe de la pasteurellose. Mais j'observais bien souvent ce phénomène chez des lapins ou des cobayes qui à coup sûr n'ont pas péri de la rage et plus tard j'ai appris que Kleine avait constaté la même chose, en inoculant aux jeunes oies la culture pure de choléra des poules [1]). Kleine est d'avis que cette localisation du virus septicémique dans le système nerveux central présente une analogie frappante avec la manière d'être du virus rabique. Je ne me suis pas occupé davantage de cette question.

Il faut dire encore quelques mots des expériences de Kraïouchkine que nous avons résumées au début de ce chapitre. Il a démontré, entre autres, (point 2) que plus on inocule sous la peau de virus de rues, plus sûrement l'animal inoculé périt de la rage. Par contre, on ne peut le dire du virus fixe. En inoculant des fortes doses de virus fixe on obtient plus ou moins les mêmes résultats que lorsqu'on inocule des faibles doses. Ce résultat des expériences de Kraïouchkine a été confirmé pleinement par mes expériences consignées dans les Tables XLI et XLII. En s'appuyant sur celles-ci on ne peut que répéter textuellement ce qu'a dit Kraïouchkine, mais il faut y ajouter encore que cette différence entre le virus fixe et celui de rues apparaît non seulement dans les inoculations sous-cutanées, mais aussi dans les inoculations dans tous les tissus en général, sans exception du système nerveux central. Ce n'est qu'en ce qui concerne les inoculations intraveineuses que je ne pourrais encore l'affirmer avec certitude.

Des expériences de Kraïouchkine il résulterait encore (points 5 et 6) que l'introduction du virus fixe dans les muscles et dans

[1]) Je le cite d'après Rosenthal: „Ueber Beziehungen zwischen Hühnerpest und Lyssa". Centr. f. Bakt I. Abt. O. XL, p. 204. Le travail original de Kleine m'est malheureusement inconnu.

la peau amène chez les lapins le plus souvent une infection mortelle. Je ne connais pas, par malheur, le travail original de Kraïouchkine: son résumé j'ai cité textuellement d'après v. Rátz. Je dois cependant affirmer que dans mes expériences j'ai obtenu tout autres résultats: le virus fixe introduit dans les muscles ou dans la peau agissait plus ou moins de la même façon que s'il eût été introduit sous la peau, c'est-à-dire que pas une fois il n'a amené l'infection mortelle typique chez les lapins. Quelle est la raison de cette différence fondamentale entre les résultats de nos expériences, je ne puis le dire, ne connaissant pas la description exacte des expériences de Kraïouchkine.

Jetons encore un regard sur les expériences consignées dans les deux tables de cette section. Comparons les résultats définitifs de l'inoculation du virus fixe: d'un côté, chez les lapins inoculés sous et dans la peau et de l'autre chez les lapins inoculés dans le péritoine et dans les muscles. Comme nous le savons déjà la quantité de virus inoculé n'y entre pas en considération. Dans ces expériences, 16 lapins ont été inoculés avec le virus fixe dans et sous la peau: 2 d'entre eux seulement ont survécu, tandis que 14 lapins ont succombé en divers temps et au milieu des symptômes variables; 13 lapins ont été inoculés dans le péritoine et dans les muscles: 10 d'entre eux ont survécu, et 3 seulement ont succombé en temps divers et au milieu des symptômes variables. Il est impossible d'attribuer ces résultats au hasard. Il faut dire que, quoi qu'il en soit, l'inoculation du virus fixe sous la peau ou dans la peau exerce sur les lapins une action très nocive, tandis que l'inoculation dans le péritoine et dans les muscles est beaucoup moins dangereuse. Il me sera possible, peut-être, de m'occuper un jour de l'explication de ce phénomène très intéressant à mon avis. Je viens de mentionner ci-dessus que la quantité de virus fixe inoculé n'y joue aucun rôle. Il est évident cependant qu'il faut l'entendre dans des certaines limites seulement. Dans les inoculations sous-cutanées et intracutanées 10 et 500 mg. d'émulsion agissent d'une façon plus ou moins égale; mais l'inoculation sous-cutanée de 1 mg., par ex. est supportée par les lapins sans des suites fâcheuses. J'ai infecté de cette manière trois lapins le 16/VI 1905: tous les trois sont encore aujourd'hui tout à fait sains.

Institut d'Hygiène de l'Université de Cracovie.

33. M. V. ARNOLD. **O nowej reakcyi nitroprusydkowej moczu.** ***(Eine neue Harnreaktion mit Nitroprussidnatrium).*** *(Sur une réaction nouvelle de urine).* Mémoire présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Man beobachtet die in folgendem beschriebene, sehr charakteristische Reaktion nach Genuß von Fleisch oder Fleischbrühe. Am intensivsten habe ich diese Reaktion nach Genuß von kräftigster Bouillon (sog. Beeftea, welches aus einem $^1/_2$—1 kg Fleisch zubereitet wurde) auftreten gesehen.

Diese Reaktion wird in folgender Weise vorgenommen: 10—20 ccm des betreffenden Harnes versetzt man mit einem Tropfen 4$^0/_0$ Nitroprussidnatriumlösung und darauf mit einigen ccm 5$^0/_0$ Natron- oder Kalilauge. Es tritt zuerst ein kräftiges und reines Violett auf, welches alsbald in Purpurrot übergeht, um sodann allmählich über Rot und Braunrot in Gelb überzugehen. (Will man diese Reaktion in ihrer größten Farbenreinheit beobachten, so kann man den Harn vorher durch Tierkohle entfärben, da die Eigenfarbe des Harnes doch die Intensität und Reinheit der violetten Farbe ein wenig beeinträchtigt. Übrigens fällt diese Reaktion auch mit nativem Harn durchaus intensiv und farbenrein aus; die Entfärbung des Harns darf deshalb für gewöhnlich als überflüssig entfallen). Die violette resp. purpurviolette Flüssigkeit besitzt ein deutliches Absorptionsband, welches bei geeigneter Verdünnung von D bis E reicht. Wird Essigsäure der Reaktion im ersten Stadium zugesetzt, so geht die violette Farbe in ein tiefes und reines Blau über, welches noch rascher als das Violett der alkalischen Lösung (d. i. binnen 10—14 Sekunden) verblaßt. Diese Flüchtigkeit der Reaktion erschwert auch die spektroskopische Untersuchung derselben, doch kann man beobachten, daß die tiefblaue Lösung auch ein — jedoch im Vergleich mit der violetten, alkalischen schwächeres — Absorptionsband besitzt, welches auf D liegt (ein wenig vor D beginnend), und sich etwas über D nach rechts hin erstreckt, ohne jedoch E zu erreichen. Das spektrale Rot ist leicht absorbiert.

Diese Reaktion wurde bisher trotz ihres häufigen Auftretens im Harne übersehen, da sie mit der Weyl'schen Kreatininreaktion verwechselt wurde. Es geschah dies besonders deshalb, weil bei Anwendung stärkerer Reagentien das gleichzeitige Auftreten einer intensiven Kreatininreaktion die Beobachtung erschwert. Erst die Entdeckung dieses Umstandes, daß das Optimum beider Reaktionen einer bestimmten Konzentration der Reagentien entspricht, ermöglichte

eine Trennung beider Reaktionen und eine gesonderte Beobachtung derselben.

Die Kreatininreaktion mit Nitroprussidnatrium weicht übrigens ganz wesentlich von der eben beschriebenen Reaktion ab, wie man sich auf den ersten Blick überzeugen kann. Eine intensive Reaktion erhält man erst bei Anwendung konzentrierterer Reagentien (d. i. am besten bei Verwendung einiger Tropfen 10% Nitroprussidnatriumlösung auf ebensoviel ccm einer Kreatininlösung oder des untersuchten Harnes, sowie Zusatz einer 10% Natronlauge): Die Flüssigkeit wird vorübergehend rot resp. rotgelb, dann gelb. Setzt man Essigsäure zu, so entfärbt sich die Probe sofort und die Färbung der Mischung wird grünlich. Ein Absorptionsband wird nicht beobachtet.

Die von mir beschriebene Reaktion tritt nun am reinsten und vollkommensten bei einer viel geringeren Konzentration der Reagentien auf (d. i. bei Anwendung von einem Tropfen 4—5% Nitroprussidnatriumlösung auf 10—20 ccm Harn unter Zusatz von 5% Natronlauge), mithin bei einer Konzentration, bei welcher das Kreatinin des Harnes, besonders bei gleichzeitiger Anwesenheit des die violette Reaktion gebenden Körpers, in kaum sichtbarer Weise reagiert, in keinem Falle aber eine Störung der Reaktion bedingt. Jedenfalls sieht man in Harnen, die diesen Körper nicht enthalten (bei Kranken, die auf Milchdiät beschränkt sind), unter diesen Bedingungen, besonders bei stärkerer Eigenfarbe des Harnes, meist nur nur eine sehr schwache Reaktion, während man bei Anwendung 10% Lösungen in demselben Harn eine intensive Kreatininreaktion beobachten kann.

Es ist also auf diese Weise tatsächlich möglich, die von mir beschriebene violette Reaktion ohne irgend welche Beeinträchtigung derselben durch das Kreatinin des Harnes gesondert vorzunehmen und zu beobachten.

Alkalisiert man eine Harnprobe vor der Vornahme der Reaktion mit Natron- oder Kalilauge, so erhält man bereits nach sehr kurzer Zeit (nach 15 Sekunden) nur noch die gewöhnliche Kreatininreaktion, da die die violette Reaktion hervorrufende Substanz durch das Alkali zersetzt wird. Ammoniak wirkt schwächer und erst nach längerer Zeit. Man kann auf diese Weise diese Substanz aus dem Harn entfernen, um die Weyl'sche Kreatininreaktion nun gesondert vornehmen zu können. Gegen Fäulnis erweist sich die Substanz ziemlich resistent. In das Destillat geht sie nicht über.

Außer dem Kreatinin reagiert mit Nitroprussidnatrium und Alkali im Harn bekanntlich noch die Azetessigsäure und das Azeton. Bei Verwendung einiger Tropfen einer 10% Nitroprussidnatriumlösung auf ebensoviel cc. einer Azetonlösung erhält man auf Zusatz von 10% Natronlauge eine intensive Rotfärbung, die alsbald in Orangerot übergeht und allmählich in gelb verblaßt. Übersättigt man die Probe mit Essigsäure, so wandelt sich die rote Farbe in ein relativ beständiges Purpurrot (Legals Reaktion). Von irgend welcher Ähnlichkeit dieser Reaktion mit der von mir beschriebenen kann daher nicht die Rede sein. Die von mir beobachtete violette Reaktion wird übrigens durch die gleichzeitige Anwesenheit von Azetessigsäure oder Azeton im Harn nicht beeinträchtigt, da dieselben mit einem Tropfen einer 4% Nitroprussidnatriumlösung nur schwach reagieren.

Die schönen Farbenreaktionen, die das Cystein und Indol mit Nitroprussidnatrium und Alkali ergeben, sind von der in dieser Arbeit mitgeteilten Reaktion durchaus verschieden.

Diese Reaktion tritt bereits 20 Minuten nach Aufnahme von Fleischbrühe im Harne auf. Nach Genuß von Fleischbrühe und Fleisch ist die Hauptmenge der mit Nitroprussidnatrium reagierenden Substanz in dem ersten, $2^1/_2$—3 Stunden darauf entleerten Harn enthalten. Am nächsten Tage ist nur noch eine sehr schwache Reaktion zu erhalten. Wird kein Fleisch aufgenommen, so ist auch diese Reaktion nicht mehr nachweisbar. In der Fleischbrühe selbst ist jedoch diese Substanz nicht präformiert. Nach Genuß von rohem Fleisch wird nur eine schwache Reaktion beobachtet. Übrigens wurde eine intensive Reaktion auch nach Genuß von Leber beobachtet, während nach Gehirn nur eine schwache Reaktion auftrat.

---

34. M. J. KOZAK. **O niektórych pochodnych orto- i parabutylotoluoli trzeciorzędnych.** ***(Über einige Derivate tertiärer Ortho und- Parabutyltoluole).*** *(Sur certaines combinaisons chimiques dérivées des tertiaires ortho- et parabutyltoluols).* Mémoire présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Tertiäre Ortho- und Parabutyltoluole hat im II. chemischen Laboratorium der Jagellonischen Universität Herr Wladimir Nowak erhalten, hat ihre Eigenschaften untersucht und erhielt zugleich einige Derivate dieser Kohlenwasserstoffe; die Resultate seiner Arbeit hat er jedoch bisher im Drucke noch nicht veröffentlicht. Er

hat nachgewiesen, daß tertiäres Butylbenzol, mit Brom bei Jod als Überträger versetzt, eine Mischung von Ortho- und Parabrombutylbenzolen gibt. Er konnte jedoch dieses Gemenge wegen des allzugeringen Unterschiedes zwischen den Siedetemperaturen seiner beiden Bestandteile nicht zerlegen; nur mit Hilfe einer fraktionierten Kristallisation konnte er feststellen, daß dieses Gemenge in der Tat zwei Isomere enthält. Nachdem er jedoch mittels Fittig's Reaktion aus dieser Brombutylbenzolmischung ein Gemenge tertiärer Ortho- und Parabutyltoluole erhalten hatte, war er imstande, dieses mit Hilfe einer fraktionierten Destillation zu zerlegen, und erhielt zwei Kohlenwasserstoffe; schon der Unterschied zwischen den Siedetemperaturen der beiden tertiären Ortho- und Parabutyltoluole genügte zur Feststellung dieser Tatsache.

Da man jedoch durch weitere Arbeit an der Untersuchung der Derivate dieser Kohlenwasserstoffe interessante Resultate erzielen konnte, beschloß ich auf Anregung des Herrn Professor Marchlewski, die Produkte der Kondensation dieser beiden Kohlenwasserstoffe mit Maleinsäureanhydrid zu untersuchen und die so entstandenen Säuren nach Pechmann's grundlegenden Beobachtungen in Farbstoffe zu verwandeln [1]). Mit der Untersuchung der Struktur dieser Farbstoffe befaßt sich gegenwärtig wegen einer gewissen Ähnlichkeit zwischen ihnen und den Lipochromen [2]) Herr Professor Marchlewski mit seinen Schülern; es ist also das Ansammeln eines allseitigen Experimentalmaterials in dieser Richtung sehr wünschenswert. Da bei der Kondensation der aromatischen Kohlenwasserstoffe mit Maleinsäureanhydrid ein Überschuß an Kohlenwasserstoffen unbedingt erforderlich ist, war ich bestrebt, mir größere Mengen der beiden tertiären Ortho- und Parabutyltoluole zu verschaffen. Zu diesem Zwecke zog ich aus den Experimenten des Herrn Nowak Nutzen, da die von ihm befolgte Methode bei der Gewinnung der beiden Kohlenwasserstoffe sich als die bequemste und am schnellsten zum Ziele führende erwiesen hatte.

## I Gewinnung der tertiären Ortho- und Parabutyltoluole.

Das Ausgangsprodukt zur Gewinnung der Butyltoluole war tertiäres Butylbenzol $C_6H_5 . C(CH_3)_3$. Letzteres erhielt ich nach der

[1]) Berichte der d. chem. Gesellschaft. 15. Bd. 1882. Seite 881.

[2]) Marchlewski: Zeitschr. f. physiol. Chemie 38, 196 (1903).

Methode von Friedel und Crafts, die von Radziewanowski modifiziert ist, aus tertiärem Butylchlorid und Benzol durch Einwirkung einer Mischung von Aluminiumfeilspänen und Sublimat.

Das Resultat einer solchen Reaktion ist folgendes: zu 900 gr Benzol, 164 gr Sublimat und 11 gr Aluminiumfeilspäne goß ich unter gleichzeitiger Abkühlung tropfenweise 200 gr tertiäres Butylchlorid, welches in 500 gr Benzol aufgelöst war. Nach beendigter Reaktion, nach Zusetzen von eiskaltem Wasser und nach Destillation des gebrauchten überflüssigen Benzols erhielt ich 153 gr tertiäres Butylbenzol d. i. ungefähr 50% des theoretischen Ergebnisses. Nach fünf derartigen Experimenten erhielt ich 720 gr tertiäres Butylbenzol. Da tertiäres Butylbenzol, wie Herr Prof. Schramm[1]) nachgewiesen hat, im Sonnenlichte nicht bromiert, so befreite ich es von Unreinigkeiten durch Versetzen des erhaltenen Butylbenzols mit Brom im Sonnenlichte und nachherige Destillation über metallischem Natrium und erhielt 700 gr ganz reines tertiäres Butylbenzol, das bei 167—168° C siedet.

Aus tertiärem Butylbenzol erhielt ich Ortho- und Parabrombutylbenzole $C_6H_4 . Br . C(CH_3)_3$ auf diese Weise, daß ich auf tertiäres Butylbenzol durch Brom, bei Jod als Überträger, einwirkte. So z. B. wirkte ich auf 350 gr Butylbenzol mit einer Menge von 420 gr Brom ein und erhielt eine Mischung von 470 gr Brombutylbenzol. Ich wiederholte diese Reaktion mit gleichen Mengen ein zweitesmal und erhielt zusammen ungefähr 960 gr einer Mischung von Ortho- und Parabrombutylbenzolen, die bei der Temperatur von 230°—231° C[2]) siedeten.

Vermittelst Fittigs Reaktion erhielt ich wieder aus der Mischung von Ortho- und Parabrombutylbenzolen ein Gemenge von tertiären Ortho- und Parabutyltoluolen $C_6H_4 . CH_3 . C(CH_3)_3$, indem ich mit metallischem Natrium auf die Mischung der Brombutylbenzole mit Methylbromid einwirkte. Ich erhielt nämlich aus 110 gr Methylbromid und 230 gr Brombutylbenzol durch Einwirkung von 70 gr Natrium 130 gr von einer Mischung von tertiären Ortho- und Parabutyltoluolen, also ungefähr 80% des theoretischen Ergebnisses. Nach fünf ähnlichen Experimenten erhielt ich zusammen 520 gr

[1]) Kosmos, Jahrg. XIII., Sitzungsberichte d. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. XCVII. II. b. Seite 730.

[2]) ibid S. 729.

tertiäre Butyltoluole, also beinahe 78% des theoretischen Ergebnisses. Dieses Gemenge von tertiären Ortho- und Parabutyltoluolen unterzog ich einer fraktionierten Destillation und erhielt folgende Resultate:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 164—170° C, 16 gr | 170—170·5° C, 160 gr | 170·5—172° C, 19 gr | 172—177° C, 25 gr |
| 177—185° C. 11 gr | 185—192° C, 20 gr | 192—192·5° C, 151 gr | 192·5—194° C, 13 gr |
| 194—196° C, 8 gr | 196—200° C, 9 gr | 200—210° C. 6 gr | 210—220° C, 3 gr |
| 220—350° C, 6 gr | 350—400° C 9 gr | (feste Körper). | |

Da alle Fraktionen zusammen 460 gr betrugen, verlor ich bei der fraktionierten Destillation 60 gr Kohlenwasserstoffe. Ich erhielt also verhältnismäßig bedeutende Mengen beider Kohlenwasserstoffe und zwar 160 gr Orthobutyltoluol und 151 gr Parabutyltoluol. Der erste von ihnen siedet, wie es sich zeigte, bei einem Drucke von 743·1 mm und einer Temperatur von 170°—170·5° C und hat einen Lichtbrechungskoëffizienten für die gelbe Farbe des Natriums bei einer Temperatur von 17° C $n_D = 1{\cdot}49423$; der zweite siedet bei einem Drucke von 742 mm und einer Temperatur von 192° C — 192·5° C und hat unter denselben Bedingungen einen Lichtbrechungskoëffizienten $n_D = 1{\cdot}493565$.

## II. Gewinnung von Methylbutylbenzoylakrylsäuren aus tertiären Ortho- und Parabutyltoluolen.

### A. Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure.

Diese Säure erhielt ich auf diese Weise, daß ich tertiäres Orthobutyltoluol mit Maleinsäureanhydrid vermittelst Aluminiumchlorid kondensierte.

Die Reaktion geschah nach folgender Formel:

$$C_6H_4 . CH_3 . C_4H_9 + O\langle\begin{matrix} CO - CH \\ \parallel \\ CO - CH \end{matrix} =$$

$$= C_6H_3 . CH_3 . C_4H_9 . CO - CH = CH - COOH$$

und ging in einem Kolben vor sich, der durch ein Chlorkalziumrohr verschlossen war, um den Zutritt der Feuchtigkeit zu hindern.

In 50 gr Orthobutyltoluol löste ich 8 gr Maleinsäureanhydrid und fügte dann in kleinen Portionen 10 gr Aluminiumchlorid hinzu, wobei ich die Lösung fortwährend umrührte und mit Eiswasser kühlte. Die anfangs farblose Flüssigkeit nahm eine gelbe Färbung an, die später immer dünkler wurde. Der weitere Verlauf der Reaktion ging während 24 Stunden bei der Schmelztemperatur des Eises vor sich und während der folgenden zwei Tage in der Zimmertemperatur. Den rotgefärbten Inhalt des Kolbens zerlegte ich mit Hilfe von Eis und destillierte ihn im Dampfstrome, um den gebrauchten überschüssigen Kohlenwasserstoff zu entfernen. Nach Entfernung des Kohlenwasserstoffes blieb in dem Kolben Wasser, in dem ein dunkelfärbiges harziges Produkt schwamm, das Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure enthielt. Um diese aus dem Harze zu gewinnen, kochte ich es einigemale in Wasser und filtrierte jedesmal die wässerige Lösung. Nach der Abkühlung sonderte sich aus dieser Wasserlösung Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure in Form von gelben Nadeln ab. Die oben beschriebene Kondensation führte ich siebenmal durch, so daß ich zu diesem Zwecke zusammen 60 gr Maleinsäureanhydrid verbrauchte. Das auf diese Weise erhaltene Harz kochte ich noch einigemale mit Wasser, um die Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure vollständig abzusondern. Die Menge der erhaltenen Säure war sehr gering, ich erhielt nämlich 8·5 gr Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure, d. i. nur 5·7% des theoretischen Ergebnisses.

Die Ursache dieser geringen Ausbeute ist sicherlich in dem Umstand zu suchen, daß Orthobutyltoluol sich bei dieser Reaktion in ein Harz von dunkelbrauner Farbe verwandelt. (Ich erhielt davon 17 gr). Dabei kondensiert sich dieser Kohlenwasserstoff schon unter Einwirkung des Aluminiumchlorids zu einer weißen schönkrystallischen Verbindung und unterliegt außerdem einer Destruktion zu Benzol. Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure krystallisiert in gelben monoklinischen Nadeln, die bei einer Temperatur von 123°—124° C schmelzen. Die Analyse dieses Körpers gab folgende Resultate:

0·1207 gr Säure gab 0·3249 gr $CO_2$ und 0·0812 gr $H_2O$
d. i. 73·41% C und 7·47% H
statt 73·17% C und 7·32% H
berechnet für $C_{15}H_{18}O_3$.

Diese Säure löst sich mit Leichtigkeit in Alkohol, Äther, Benzol,

Toluol, überhaupt in verschiedenen organischen Lösungsmitteln, dagegen sehr schwer sowohl in kaltem wie auch in heißem Wasser. Aus der Formel $C_6H_3 . CH_3 . C_4H_9 . CO - CH = CH - COOH$ folgt, daß von der Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure theoretisch 4 isomere Abarten vorhanden sein können. Ich erhielt jedoch nur eine Art. Wahrscheinlich hat sie die Formel:

$CH_3 - \langle\ \rangle - CO - CH : CH - COOH$

$C_4H_9$,

$CO - CH = CH - COOH$

oder $CH_3 \langle\ \rangle$

$C_4H_9$,

weil Pechmann [1]) bei der Kondensation von Toluol mit Maleinsäureanhydrid Toluylakrylsäure von der Formel

$CH_3 \langle\ \rangle - CO - CH = CH - COOH$

erhielt; die ungesättigte Gruppe also ordnete sich in Parastellung zu der Alkylgruppe.

### Gewinnung des Farbstoffes aus Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure.

Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure verliert, über 200° C erhitzt oder mit wasserentziehenden Mitteln auch schon bei niedrigerer Temperatur, ein Molekül Wasser und gibt einen entsprechenden roten Farbstoff. Für diesen Zweck eignet sich am besten Essigsäureanhydrid. Wenn man einen Teil der Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure in einem Kolben mit Rückflußkühler mit zwei Teilen Essigsäureanhydrid erwärmt, so sondern sich nach Verlauf von 1—2 Stunden aus der Lösung dunkle Kristalle aus. Diese Kristalle sonderte ich durch Filtrieren von der Flüssigkeit, wusch sie mit Eisessig und nachher mit Alkohol, in dem sie schwer löslich sind, und erhielt schließlich dunkelbronzefarbene Kristalle mit Stahlglanz. Dies war eben der Farbstoff, um den es sich mir handelte. Da ich dabei 5 gr Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure verbrauchte und

[1]) Berichte der d. chemischen Gesellschaft. Bd. XV. (1882) S. 888.

1·2 gr Farbstoff gewann, so erhielt ich 25% des theoretischen Ergebnisses. Die Analyse dieses Farbstoffes gab folgende Resultate:

0·1867 gr Farbstoff gaben 0·5397 gr $CO_2$ und 0·1146 $H_2O$
d. i. 78·83% C und 6·82% H
statt 78·94% C und 7·01% H
berechnet für ($C_{15}H_{16}O_2$).

Dieser Farbstoff löst sich in Äther. Benzol, Toluol, Xylol und anderen organischen Lösungsmitteln; die verdünnte Lösung zeigt starke gelbrote Fluoreszenz. In konzentrierter Schwefelsäure dagegen löst sich der Farbstoff ohne vorherige Erwärmung und verleiht nach einer gewissen Zeit der Lösung eine saphirblaue Färbung, die nach Erwärmung der Lösung in eine rote und nachher in eine gelbraune Färbung übergeht. In Alkalien und in verdünnter Schwefelsäure löst sich dieser Farbstoff gar nicht. Die Schmelztemperatur dieses Farbstoffes ließ sich nicht genau bestimmen, weil er schon vor dem Übergehen in den flüssigen Zustand sublimiert. Wahrscheinlich liegt sie zwischen 320°–326° C. Ich untersuchte gleichfalls das Absorbtionsspektrum des Farbstoffes in verdünnter Toluollösung und konstatierte, daß es sich durch zwei dunkle Bänder im gelben und im grünen Teil des Spektrums auszeichnet, deren Lage durch die folgenden Wellenlängen charakterisiert ist:

Band I $\lambda$ 559—541
Band II $\lambda$ 518–502.

**B. Paramethylbutylbenzoylakrylsäuren.**

Ich erhielt sie auf gleiche Weise, wie die Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure durch Kondensation von tertiärem Parabutyltoluol mit Maleinsäureanhydrid durch Einwirkung von Aluminiumchlorid. Doch war die Ausbeute hier noch geringer als bei der Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure. Mit Parabutyltoluol machte ich 8 Versuche, indem ich jedesmal auf 50 gr Parabutyltoluol 8 gr Maleinsäureanhydrid und 10 gr Aluminiumchlorid nahm. Die Produkte dieses Versuches kühlte ich während eines Tages im Eiswasser und hielt sie die folgenden zwei Tage in der Zimmertemperatur. Nach Zerlegung der Flüssigkeit mit Hilfe des Eises und nach der Destillation des überschüssigen Kohlenwasserstoffs mit Hilfe des Wasserdampfes erhielt ich ein dunkel-braunes Harz. Beim Aus-

kochen dieses Harzes in Wasser, um die Paramethylbutylbenzoylakrylsäuren abzusondern, überzeugte ich mich, daß die Paramethylbutylbenzoylakrylsäure, welche zuerst aus dem Wasser kristallisierte, eine andere Zusammensetzung besitzt als die Säure, die sich später aus dem Wasser sondert. Beide sondern sich in winzigen gelben Prismen oder Nadeln aus, doch weichen die Kristalle der beiden Säuren in ihrer Gestalt voneinander ein wenig ab. Die Säure welche sich zuerst aus dem Wasser ausscheidet, schmilzt bei einer Temperatur von 118°—125° C, dagegen die später sich aussondernde Säure schon bei einer Temperatur von 116°—117° C.

Der Umstand, daß die Schmelztemperatur der zuerst aus dem Wasser ausscheidenden Säure innerhalb der Grenzen von 7° C schwankt, zeugt davon, daß sie kein reines Produkt ist. Nach nochmaliger Kristallisierung derselben aus Benzol überzeugte ich mich wirklich, daß ihre Schmelztemperatur 133°—134° C beträgt. Dasselbe zeigte sich, als ich die Säure aus Toluol kristallisierte. Was die Säure anbelangt, die später aus dem Wasser ausscheidet, so war sie beinahe ganz rein, weil sie stets bei einer Temperatur von 115°—117° C schmolz ohne Rücksicht darauf, ob man sie aus Benzol oder Toluol kristallisierte. Dieser bedeutende Unterschied in den Schmelztemperaturen, der bis 17° betrug, ferner das etwas verschiedene Aussehen beider Säuren bestätigte meine Vermutung, daß dies zwei isomere Abarten der Parametbylbutylbenzoylakrylsäure sind. Theoretisch sind nämlich zwei solche isomere Abarten möglich u. zwar:

```
CH3                                          CH3
 |                                            |
/ \                                          / \
|  |—CO — CH = CH — COOH                    |   |
\ /                                         |   |—CO — CH = CH — COOH
 |                                           \ /
C4 H9                                         |
                                            C4 H9
```

Die zuerst aus dem Wasser ausscheidende Säure bezeichnete ich mit $\alpha$, die später kristallisierende mit $\beta$. Die Analyse der Säure $\alpha$ gab folgendes Resultat:

0·1980 gr Substanz gaben 0·5315 gr $CO_2$ und 0·1308 gr $H_2O$
d. i. 73·03% C und 7·34% H
statt 73·17% C und 7·32% H

Die Analyse der Säure $\beta$ ergab dagegen folgendes Resultat:

0.1833 gr Substanz gaben 0·4944 gr $CO_2$ und 0·1264 gr $H_2O$
d. i. 73·51% C und 7·61% H
statt 73·17% C und 7·32% H
jedesmal für $C_{15}H_{18}O_3$ berechnet.

Die Eigenschaften beider Säuren sind, soviel ich untersuchen konnte, den Eigenschaften der Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure ähnlich, wobei man bemerken muß, daß die Säure $\beta$ leichter löslich ist, als die Säure $\alpha$, ferner daß die gelbe Farbe der Säure $\beta$ intensiver ist als die der Säure $\alpha$.

Wie ich oben erwähnt habe, war das Ergebnis bei der Gewinnung der Paramethylbutylbenzoylakrylsäuren noch geringer als bei Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure. Aus 70 gr Maleinsäureanhydrid erhielt ich nur 2·86 gr der Säure $\alpha$ und 2·1 gr der Säure $\beta$, zusammen also nicht ganz 4 gr d. i. nur 2·2% des theoretischen Ergebnisses. Die Ursache einer so geringen Ausbeute liegt in diesem Fall darin, daß tertiäres Parabutyltoluol sehr leicht verharzt (ich erhielt nämlich sogar 30 gr Harz), ferner zugleich auch darin, daß Parabutyltoluol auch der Kondensation und Destruktion unterliegt.

### Gewinnung von Farbstoffen aus den α und β Paramethylbutylbenzoylakrylsäuren.

Die Art ihrer Gewinnung war die gleiche wie bei dem oben beschriebenen Farbstoff. Aus jeder Säure erhielt ich bei Anwendung von Essigsäureanhydrid als Wasserentziehungsmittel, wie es scheint, einen anderen Farbstoff. Die Kristalle dieser Farbstoffe unterscheiden sich, nachdem sie abfiltriert und mit Essigsäure und Alkohol gewaschen worden sind, durch ihre Färbung voneinander. Die Säure $\alpha$ gibt Nadeln von dunkelbrauner, fast schwarzer Färbung, die Säure $\beta$ dagegen Nadeln von rotbrauner Farbe. Sie lösen sich in denselben Lösungsmitteln wie der Farbstoff der Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure und fluoreszieren ebenfalls in verdünnten Lösungen. Wenn man sie dagegen, ohne sie zu erwärmen, in konzentrierter Schwefelsäure löst, verleiht jede von ihnen den Lösungen eine verschiedene Färbung, und zwar der aus der Säure $\alpha$ gewonnene Farbstoff färbt die Lösung saphirblau, der Farbstoff der Säure $\beta$ dagegen violett.

Die Schmelztemperaturen beider Farbstoffe sind, soweit man

sie bestimmen konnte, nicht sehr verschieden und zwar liegt die Schmelztemperatur des Farbstoffes der Säure $\alpha$ zwischen 198° und 208° C und die des Farbstoffes der Säure $\beta$ zwischen 202° und 206° C. Vor dem Schmelzen sublimieren beide teilweise. Das Ergebnis bei der Gewinnung dieser Farbstoffe war geringer als bei dem Farbstoffe aus Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure und zwar erhielt ich aus 1 gr der Säure $\alpha$ 0·15 gr Farbstoff, d. i. nur 17% des theoretischen Ergebnisses, dagegen aus 1·5 gr der Säure $\beta$ 0·2 gr Farbstoff d. i. 15% des theoretischen Ergebnisses. Die Analyse des aus der Säure $\beta$ erhaltenen Farbstoffes gab folgende Resultate:

0·1205 gr des Farbstoffes gaben 0·3491 gr $CO_2$ und 0·0785 gr $H_2O$
d. i. 79% C und 7·23% H
statt 78·94% C und 7·01% H
berechnet für ($C_{15}H_{16}O_2$).

Eine Elementaranalyse des aus der Säure $\alpha$ erhaltenen Farbstoffes konnte ich nicht durchführen, weil mir eine zu geringe Menge desselben zu Gebote stand. Ich untersuchte gleichfalls das Absorbtionsspektrum der beiden isomeren Farbstoffe, aber ich stellte fest, daß ihr Spektrum sich durch nichts von dem Spektrum des aus Orthomethylbutylbenzoylakrylsäure erhaltenen Farbstoffes unterscheidet. Sie geben nämlich dieselben zwei Bänder im gelben und grünen Felde, deren Lage fast durch dieselben Wellenlängen charakterisiert ist:

Der Farbstoff der Säure $\alpha$:

Band I $\lambda$ 556—540
Band II $\lambda$ 517—500.

Der Farbstoff der Säure $\beta$:

Band I $\lambda$ 556—540
Band II $\lambda$ 519—498.

Ich muß noch hinzufügen, daß ich bei der Gewinnung aller drei Farbstoffe in den nach der Kristallisation zurückgebliebenen Laugen nach deren vollständigem Verdampfen noch andere amorphe Farbstoffe von brauner Färbung gefunden habe, deren Lösungen eine gelbbraune Färbung zeigen, aber durchaus nicht fluoreszieren.

Was die Struktur dieser drei Farbstoffe betrifft, kann man vorderhand nichts Sicheres behaupten. Daß sie nicht Derivate von

Naphtochinon sein können, hat schon Pechmann [1]) nachgewiesen, da der von ihm aus Benzoylakrylsäure erhaltene Farbstoff nicht mit Naphtochinon identisch ist. Aller Wahrscheinlichkeit nach kondensieren zwei Moleküle der Methylbutylbenzoylakrylsäure, indem sie zwei Moleküle Wasser ausscheiden. Diese Frage kann erst aufgeklärt werden, wenn in dem Laboratorium des Herrn Professor Marchlewski die Untersuchung der Konstitution einer Reihe von verwandten Farbstoffen beendigt sein wird.

Krakau. II chemisches Laboratorium der Jagellonischen Universität.

---

35. M. VL. KULCZYŃSKI m. c. **Fragmenta arachnologica, IV.**
(Accedunt tabulae XIV, XV)

## VII. De speciebus Europaeis generis Amaurobius (C. L. Koch) F. Cambr. (Coelotes auctorum).

*Amaurobiorum* species nonnullae adeo similes sunt inter se, ut facile etiam diligentem arachnologum in errorem inducere possint. Synonymia eorum, olim aliquatenus confusa, emendata est recentiore tempore ad maximam partem sed non plane; menda, quae restant, tollere conabor.

Genus hoc praeter species paucas per Europam plus minusve late diffusas formas aliquot continet tractus minores, praecipue montanos, incolentes; harum nonnullae utrum sint species sibi constantes, quamquam notis subtilibus modo distinctae, an varietates aut „species geographicae" formis intermediis inter se coniunctae, difficile est in praesenti ad decernendum; ad hanc quaestionem solvendam necessariae sunt investigationes ulteriores, quae ut faciliores fiant, descriptiones *Amaurobiorum* priores aliquatenus supplendas censeo adnotationibus nonnullis partes genitales spectantibus. Adiungam modos nonnullos oculorum atque internodiorum pedum, ut accuratius definiantur notae a scriptoribus e partibus his ductae atque ad distinguendas *Amaurobiorum* species adhibitae. Modos hos quod attinet, notandum videtur, et oculos variare situ atque magnitudine in singulis speciebus et pedum longitudinem non esse plane

[1]) Berichte der d. chem. Gesellschaft. Bd. XV. (1882). S. 887.

constantem [1]). Praeterea oculi non faciles sunt ad exacte dimetiendum, cornea enim ab adiacenti cuticulâ non sulco acuto sed impressione paullo obtusâ distinguitur. Quum itaque fines corneae paullo indistincti sint, aptius putavi corpus vitreum dimetiri, per corneam translucens, colore a partibus vicinis distinctum, a corneâ magnitudine parum aut non differens in *Amaurobiis*. — Mensuram pedum ope micrometri sub microscopio composito feci; qui modus melior quidem est quam circini usus sub lenticulâ mediocriter amplificanti, numeros tamen omnino certos etiam non praebet. Internodia tam longa proferam, quam longa in pede extenso desuper adspecto videntur, tarsos itaque, quorum pars basalis quaedam processu apicali metatarsi tegitur, breviores, quam re verâ sunt.

Cel. E. Simonium, Rev. O. P. Cambridgeum, Cel. Drem L. Kochium, qui mihi exempla *Amaurobiorum*, etiam rarissimorum, benigne communicaverunt, rogo, ut gratias meas maximas accipiant.

---

Nescio, quo nomine appellandum sit genus Blackwallii *Coelotes* secundum nova praecepta nomenclaturae zoologicae. In horum capite 25 legitur: Gültiger Name einer Gattung oder Art kann nur derjenige sein, mit dem sie zuerst bezeichnet worden ist, unter der Bedingung, a) daß dieser Name in Begleitung einer Kennzeichnung veröffentlicht worden ist .... Qualis haec „Kennzeichnung" esse debeat, non dicitur; si diagnosis aliqua postulatur, genus *Amaurobius*, ut a C. L. Kochio propositum est anno 1836 [2]) nihil valet; si autem sufficit ad genus novum instituendum, ut censent nonnulli, speciem eius typicam aut exempla aliquot indicare, restituenda est generi *Amaurobio* ea significatio, quam nactum est anno 1836, quum C. L. Koch ut species unicas generis huius, ceterum non definiti, protulit *Amaurobium roscidum* C. L. Koch et *A. tigrinum* C. L. Koch, qui ambo certo *Coelotae* sunt.

Cel. E. Simon permutationem nominum: *Amaurobius* C. L. Koch et *Ciniflo* Blackw., *Coelotes* Blackw. et *Amaurobius* C. L. Koch, a

[1]) Conferantur ea, quae infra dicuntur de *Amaurobio pabulatore, pastore typico* et *tirolensi, A. falcigero* (nota).

[2]) Deutschlands Insekten, fasc. 141, n. 5, 6.

Fred. O. Cambridgeo commendatam [1]), non approbavit [2]), quoniam genus *Amaurobium* a C. L. Kochio anno 1836 in opere, quod inscribitur Deutschlands Insekten, definitum quidem, sed pro speciebus non descriptis propositum esse putavit, quum revera ex contrario loco citato desit diagnosis generis et species duae, supra commemoratae, modo describantur atque generi novo, nondum definito, *Amaurobio*, subiungantur.

In praesens Fred. Cambridgeum sequendum censeo et *Coelotas* auctorum *Amaurobios* (C. L. Koch) apppello.

## Conspectus specierum.

**Feminae.**

1. Dentes cornei, quibus epigyne ornatur, eius parti anticae non procul a lineâ mediâ innati, basi inter se itaque approximati et foras directi, retro curvati, longi valde; fovea epigynae tuberibus pallidis tribus, sulcis profundis inter se distinctis, antico medio et duobus lateralibus repleta. 19. *A. longispina.*

— supra dicti partibus lateralibus epigynae innati, basi itaque inter se late distantes, retro et intus aut retro et paullulo modo foras directi. . . . . . . . . . . . 2

2. Fovea epigynae (partem eius anteriorem occupans) tubere repleta convexo pallido, in lateribus et pone sulco optime expresso, profundo definito. Dentes parti anticae epigynae innati, longi valde, retro fere directi, leviter incurvati. 20. *A. Munieri.*

Pars anterior epigynae tubere in lateribus et pone sulco definito caret. Dentes mediocres aut breves. . . . . . 3

3. Fovea epigynae lamellâ corneâ repleta, quae cum margine antico foveae secundum totam latitudinem aut in parte mediâ saltem omnino confunditur aut ab eo sulco tantum vadoso, neque fissurâ profundâ, distinguitur. . . . . . 4

Margo anticus foveae — plerumque plus minusve complanatus, acutus, — supra proximam partem fundi foveae etiam in medio elevatus. . . . . . . . . . . . . . . 6

[1]) A revision of the genera of the Araneae or Spiders with reference to their type species, Ann. Nat. Hist., ser. 7, vol. 11, 1902, pag. 19, 20.

[2]) Histoire naturelle des Araignées, 2. edit., vol. 2, pag. 1060.

4. Sulci aut fissurae, quibus lamella foveam replens aut eius fundum formans in lateribus definitur, ante paullo incurvata, lamella haec itaque cum margine antico foveae in parte mediâ coniuncta, in angulis anticis lateralibus vero ab eo distincta. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5
Sulci, quibus lamella foveam replens in lateribus definitur, ante non incurvati; lamella in dimidio anteriore leviter constricta, in posteriore paullo latior quam in anteriore. 7. *A. solitarius.*
5. Lamellae partes anticae laterales non humiliores quam margines foveae. . . . . . . . . . . . . . . 6. *A. atropos.*
— partes anticae laterales depressae, evidenter humiliores quam margines foveae . . . . . . . . . 9. *A. Poweri.*
6. Margo anticus foveae arcuatus, insigniter recurvus; fovea profunda, plerumque adeo, ut fundus eius difficilius conspiciatur, rotundata, transverse elliptica aut semicircularis fere. 7
— — — subrectus aut in medio in angulum apice retro directum, plus minusve manifestum fractus, raro leviter arcuatus. recurvus. . . . . . . . . . . . . . . . . 11
7. Dentes in lateribus foveae epigynae innati. . . . . . . 8
— pone foveam innati. . . . . . . . . . . . . . . . 9
8. Fovea epigynae rotundata, parum aut non latior quam longior, a margine postico epigynae multo minus quam longitudine suâ remota. . . . . . . . . . . 14. *A. Gasperinii.*
— — transversa, ante rotundata, pone truncata aut paullulo modo rotundata, multo latior quam longior, a margine postico epigynae multo longius quam longitudine suâ remota. 18. *A. Karlińskii.*
9. Fovea epigynae ca. 0·30—0·40 mm lata. . . . . . . 10
— — 0·53—0·57 mm lata, a margine postico epigynae parum aut non longius quam latitudine suâ remota. 16. *A. falciger.*
10. Foveae a parte posticâ inferiore adspectae margo posticus rectus aut leviter modo procurvus. Picturae obscurae, quâ epigyne pone foveam ornatur, e partibus internis translucentibus pendentis. dimidium dextrum et sinistrum contingunt inter se aut proxima sunt saltem. . . . 17. *A. anoplus.*
— a parte posticâ inferiore adspectae margo posticus saepissime fortiter procurvus (arcuatus aut in angulum rotun-

datum fractus). Picturae supra dictae partes dextra et sinistra inter se plus minusve late remotae. . . 15. *A. inermis.*

11. Foveae margo anticus angulatus in medio, in lamellam tenuem complanatus; fovea in parte anteriore profunda; dentes pone marginem anticum foveae lateribus epigynae innati. 12
— margo anticus non angulatus, aut, si paullulo angulatus, modo crassus est, modo foveae pars anterior vadosa, modo dentes non pone marginem anticum foveae innati. . . . 14

12. Fovea epigynae maxima: ante ca. 0·8—0·85 mm lata (pone marginem anticum, ut in insequentibus, saepe marginibus albidis mollibus mobilibus paullo constricta). . . . . . . 13
— — mediocris: ante 0·55—0·65 mm lata.
4. *A. atramentarius* et 5. *A. dubius.*

13. Fundus foveae foveolis duabus ornatus, inter se septo circiter 0·2 mm lato distinctis. . . . . . . . 3. *A. pyrenaeus.*
Foveolae, quibus fundus foveae ornatur, septo 0·3—0·37 mm lato inter se distinctae. . . . . . . . . . . . 1. *A. obesus.*

14. Lamella fundum foveae occupans in parte anteriore insigniter anteriora versus angustata. . . . . 10. *A. mediocris.*
— fundum foveae occupans in parte anteriore non evidenter angustata anteriora versus. . . . . . . . . . . 15

15. Dentes epigynae paullo ante marginem anticum foveae innati aut cum eo lineam rectam designantes; lamella media epigynae plerumque manifesto aut insigniter brevior quam latior. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 16
— — paullo pone marginem anticum foveae innati; lamella media epigynae saepissime longior quam latior; margo anticus foveae non angulatus. . . . . . . . 8. *A. terrestris.*

16. Margo anticus foveae plerumque leviter angulatus in medio, paries anticus foveae inaequalis, impendens; dentes cum margine antico medio foveae lineam designant rectam aut paullulo recurvatam. . . . . . . . . . . . . . . 17
— — — plerumque leviter aequabiliter recurvatus, non angulatus in medio, paries anticus foveae parum inaequalis, plerumque ad perpendiculum directus; dentes ante marginem anticum foveae epigynae adnati. . . . 11. *A. pabulator.*

17. Dentes epigynae breviores, directo a parte inferiore adspecti margines lamellae, quae fundum foveae occupat, non attingere videntur. . . . . . . . 12 b. *A. pastor tirolensis.*

— — longiores, directo a parte inferiore adspecti margines lamellae, quae fundum foveae occupat, attingere saltem videntur. . . . . . . . . . . . 12. *A. pastor typicus.*

**Mares.**

1. Palporum pars patellaris inermis. . . . . . . . . . . 2
   — — — in latere exteriore processu ornata. . . . . . 5
2. Pars femoralis palporum supra ad apicem aculeis aliquot (6—9) crassis, valde brevibus armata. . . 14. *A. Gasperinii.*
   — — — armaturâ non insignis. . . . . . . . . . 3
3. Embolus in latere interiore stemmatis non procul a basi initium capit, a stemmate nusquam evidentius discedit. 1. *A. inermis.*
   — in basi stemmatis initium capit; pars eius basalis magna non contingit cum stemmate. . . . . . . . . . . . 4
4. Conductor emboli falcem format longam, gracilem, modice recurvatam, cuius pars magna ultra marginem interiorem laminae tarsalis prominet. . . . . . . . 16. *A. falciger.*
   — — brevis, ultra marginem interiorem laminae tarsalis non prominens . . . . . . . . . . . 17. *A. anoplus.*
5. Conductor emboli brevis aut mediocris, in apice stemmatis situs. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 6
   — — longissimus, secundum latus exterius stemmatis versus basim eius curvatus, tum anteriora versus flexus et *s*-formis. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 15
6. Processus patellaris in dentes duos desinens, quorum superior saltem acutus est. Conductor emboli foras et insigniter anteriora versus directus, aut basi foras directus, tum anteriora versus curvatus. . . . . . . . . . . . . 7
   — — non in dentes duos desinens. Conductor emboli a parte inferiore visus saepissime foras et parum aut non anteriora versus directus. . . . . . . . . . . . . 8
7. Conductor emboli a parte inferiore visus elongato ovatus fere, paene rectus, anteriora versus et foras directus. 20. *A. Munieri.*
   — — a parte inferiore visus fortiter curvatus, basi foras, apice plus minusve anteriora versus directus. 19. *A. longispina.*
8. Margo superior processus patellaris ante angulum, in quem coëunt margo superior et margo anticus (angulus hic in *A. solitario* a latere difficilius, a parte exteriore inferiore

melius conspicitur) in lobum obtusum elevatus; a latere exteriore inferiore visus processus in angulum obtusum evidentissime infractus. . . . . . . . . . . . . . . 9

— — — — ante angulum supra dictum lobo nullo ornatus. 10

9. Quum desuper adspicitur processus patellaris, latus eius exterius cum latere exteriore partis patellaris rectam format lineam. . . . . . . . . . . . . . 7. *A. solitarius.*

Latus exterius processus patellaris desuper adspecti cum latere exteriore partis patellaris angulum format obtusum. 6. *A. atropos.*

10. Processus patellaris a latere visus apicem versus plus minusve dilatatus, apice oblique truncatus (angulo superiore rotundato, inferiore acuto) et saepe sinuatus. . . . . . 11

— — a latere visus apicem versus attenuatus. . . . . 12

11. Processus patellaris desuper visus latere exteriore recto. 8. *A. terrestris.*

— — desuper visus latere exteriore arcuato. 11. *A. pabulator.*

12. Processus patellaris margine apicali sinuato. 10. *A. mediocris.*

— — margine apicali oblique rotundato. . . . . . . 13

13. Conductor emboli a parte inferiore visus apice truncatus angulis non aut vix rotundatis. . . . . . . . . . . . 14

— — a parte inferiore visus apice rotundato-truncatus, angulis ambobus rotundatis. anteriore quam posterior melius expresso. . . . . . . . . . . . . 13. *A. Pickardi.*

14. Conductor emboli oblique truncatus, angulo anteriore quam rectus minore, posteriore quam rectus maiore. 12 b. *A. pastor tirolensis.*

— — transverse truncatus, angulis ambobus rectis. 12. *A. pastor typicus.*

15. Processus patellaris in dentes duos parvos desinens. 3. *A. pyrenaeus.*

— — apice non excisus. . . . . . . . . . . . . 16

16. Processus patellaris desuper visus aequabiliter attenuatus, magis quam in specie insequenti sursum directus: a latere exteriore adspectus marginem apicalem superiorem partis patellaris occultat. . . . . . . . . . . . . 1. *A. obesus.*

— — desuper visus paullo inaequabiliter angustatus, ad apicem intus paullulo sinuatus, minus sursum directus: a

latere exteriore visus marginem apicalem superiorem partis patellaris non attingit. . . . . . . . . . 2. *A. Leveillei.*

### 1. Amaurobius obesus (E. Sim.).

1875. *Coelotes obesus* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 44.

Femina. (Fig. 1).

Epigyne foveâ ornatur magnâ et valde profundâ, pone omnino apertâ et marginem posticum epigynae longe non attingenti. Margo anticus foveae corneus, lamelliformis, 0·8—0·9 mm longus, in arcus fractus duos transverse positos, leviter recurvatos, in medio in angulum latum coniunctos; in latere utroque fovea tubere definitur albido, molliore et paullo mutabili, quum ab imo adspicitur: plerumque triangulari, angulo postico interiore recto, ut reliqui apice rotundato, latere interiore, quod in longitudinem fere directum et foras plus minusve curvatum est, et latere postico, transverse posito, aeque circiter longis. Tuber hoc ante aeque altum est atque margo anticus foveae et cum eo coniunctum. posteriora versus sensim humilius fit usque ad tuberis latus posticum, quod spatio circiter duplo aut sescuplo maiore a margine antico foveae quam a margine postico epigynae distat; foras tuber citius humilius fit quam retro, ita, ut pars sua anterior modice compressa evadat. Tuberibus innati sunt ad eorum marginem exteriorem medium fere dentes, quibus epigyne ut in aliis *Amaurobiis* ornatur, apice cornei, ceterum albidi, retro et intus et deorsum directi, basi ca. 0·2 lati, ca. 0·4 longi, triangulares apice acuti aut breviter oblique truncati. Fundus foveae foveolis ornatus duabus paullo longius a margine postico epigynae quam a margine antico foveae remotis, profundis, oblongis, in lateribus et pone, ubi rotundatae sunt, optime definitis, inter se ca. 0·3—0·37 remotis; ceterum fundus una cum parte epigynae posticâ, quae depressa et in transversum leviter modo inaequalis est, secundum medium pallidior quam in lateribus, in parte anteriore albidus et mollis, in posteriore leviter modo induratus; pars haec media septum format crassum obtusum, a foveolis commemoratis anteriora versus optime definitum, modice dilatatum et sensim elevatum, cum latere superiore marginis antici (fundum foveae spectanti) pariete tenui longitudinali coniunctum. In parte posteriore septum parum definitum est, pone foveolas humile, imo nonnunquam evanescens, tum marginem posticum versus leviter elevatum et varium in modum

dilatatum; pars haec posterior septi, utrimque vittâ nigricanti, e maculis parvis conflatâ, in margine postico foveolarum initium capienti limitata, melius definita videtur, quam revera est, ad marginem posticum modo in triangulum fortiter dilatata, modo leviter tantum dilatata lateribus rotundatis. Quum a parte inferiore posticâ adspicitur epigyne, fundus foveae in parte anticâ utrimque foramine ornatur plus minusve rotundato, maiore quam foveolae supra dictae, a foramine opposito septo medio distincto.

Diametri oculorum: med ant.[1]) 0·29 mm, lat. ant. 0·32 et 0·26, med. post. 0·27, lat. post. 0·27 et 0·27, intervalla oculorum: med. ant. 0·18, lat. ant. 0·18, med. post. 0·26, lat. post. 0·48 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·68, pone 0·76 lata, 0·78 longa. Clypeus sub oculis mediis 0·45 altus.

Cephalothorax 7·8 longus, 5·4 latus, pars cephalica 4·0 lata. Mandibulae 4·0 longae, ambae simul sumptae in parte latissimâ 4·3 latae.

Pedum internodia (femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus — unguiculis exclusis et cum eis):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 5·4, | 2·6, | 4·4, | 4·8, | 2·7 (3·0), |
| II. | 5·2, | 2·5, | 3·9, | 4·6, | 2·6 (2·9), |
| III. | 4·7, | 2·4, | 3·4, | 4·6, | 2·3 (2·6), |
| IV. | 5·7, | 2·6, | 4·7, | 6·2, | 2·8 (3·1) mm longa; |

metatarsus IV itaque insigniter longior quam femur I, metatarsus I insigniter longior quam mandibulae latae.

Mas (unicus, teste Cel. E. Simonio huius speciei). (Fig. 25, 37, 53, 68).

Processus patellaris palporum desuper visus triplo et dimidio brevior quam pars patellaris, duplo longior quam basi latus, apice acutus, a basi apicem versus aequabiliter angustatus, latere utroque leviter incurvato, exteriore cum latere respondenti partis patellaris prope eius mediam longitudinem in angulum concavum, valde latum, parum expressum coniuncto. A latere exteriore visus processus anteriora versus et non parum sursum directus, rectus, dimidio saltem longior quam basi latus, a basi apicem versus modice, aequabiliter angustatus, apice sat anguste et paullo oblique (subter latius quam supra) rotundatus. Margo apicalis processus et pars magna marginis superioris in carinam compressa acutam, in latus interius processus non descendentem. — Pars patellaris supra non retusa, desuper visa

[1]) ant. = anticus, post. = posticus, med. = medius, lat. = lateralis.

modice dilatata in latere exteriore, prope apicem (cum processu) circiter $^2/_3$ latior quam basi et paullo angustior quam longa in lineâ medianâ et aeque circiter lata atque longa in latere exteriore ab angulo basali exteriore usque ad basim interiorem processus.

Carina, quâ pars tibialis subter ornatur, circiter $^2/_5$ longior quam spatium, quo a basi internodii distat. — Carina laminae tarsalis, prope a margine exteriore sita, circiter dimidiam partem basalem occupat, in parte anteriore leviter descendit, apice a margine laminae spatio sat lato distat. Stemma simillimum stemmati *Amaurobii Leveillei*; conductor emboli paullulo brevior, similem in modum curvatus, ad apicem, qui intus et paullo retro directus est, in latere posteriore paullo dilatatus, apice late et inaequabiliter truncatus ita, ut in dentes tres desinat, quorum medius cum antico lineâ rectâ fere coniungitur, a postico autem sinu rectangulo fere distinguitur.

Diametri oculorum: med. ant. 0·195, lat. ant. 0·26 et 0·195, med. post. 0·195, lat. post. 0·18 et 0·27, intervalla oculorum: ant. med. 0·17, lat. ant. 0·16, post. med. 0·26, post. lat. 0·32 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·55, pone 0·63 lata, 0·55 longa. Clypeus 0·31 altus.

Cephalothorax 6·1 longus, 4·2 latus, pars cephalica 2·8 lata. Mandibulae 3·0 longae, 2·7 latae. Palporum pars patellaris in lineâ medianâ 0·82, tibialis a basi mediâ ad angulum apicalem interiorem 0·73 longa, lamina tarsalis 2·4 longa, 0·94 lata, eius rostrum 0·96 longum.

Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 4·2, | 2·0, | 3·6, | 4·15, | 2·5 (unguiculis exclusis) |
| II. | 4·1, | 1·95, | 3·3, | 3·95, | 2·3, |
| III. | 3·8, | 1·8, | 2·95, | 4·05, | 2·1, |
| IV. | 4·5, | 2·0, | 3·9, | 5·3, | 2·65 mm longa. |

Pyrenaeos montes orientales incolit haec species teste Cel. E. Simonio.

Quinque exempla vidi, a Cel. E. Simonio communicata, masculinum unum et feminina quatuor; horum maximum dimensus sum.

### 2. **Amaurobius Leveillei** (E. Sim.).

1876. *Coelotes Leveillei* E. Simon, Études arachnologiques, 4-e mém. (Ann. Soc. ent. France, ser. 5, v. 6), p. 92.

Mas. (Fig. 38, 54, 67).

Processus patellaris palporum desuper visus paullo plus triplo brevior quam pars patellaris, duplo fere longior quam prope basim

latus, formâ paullulo varians, latere interiore magnam partem recto, ad apicem leviter sinuato aut paullo obliquo, exteriore leviter aut modice arcuato, cum latere exteriore partis patellaris pone eius medium in angulum concavum, parum expressum aut in lineam rectam coniuncto; a basi apicem versus processus modo fere aequabiliter, modo primo parum, tum fortius angustatus est, quum desuper adspicitur, apice acutus. A latere visus processus patellaris formâ eâdem fere atque in *Amaurobio obeso,* sed minus sursum directus: quum directo a latere exteriore adspicitur palpus, apex processus sulcum, quo in dorso distinguuntur inter se partes patellaris et tibialis, non attingit. Carina, in quam compressi sunt margines processus apicem versus, in latus interius eius non producta. — Pars patellaris supra non retusa, desuper visa parum dilatata in latere exteriore, prope apicem circiter dimidio latior quam basi et tertiâ fere parte angustior quam in lineâ medianâ longa, una cum processu, minus divaricanti quam in *Amaurobio obeso*, paullo minus lata quam ab angulo basali exteriore ad basim interiorem processus longa.

Carina partis tibialis, subter sita, ca. $^1/_4$ modo longior quam spatium, quo a basi internodii distat. — Carina laminae tarsalis circiter dimidiam eius longitudinem occupat, margini paene parallela est. Stemma simillimum stemmati *Amaurobii obesi*, differre videtur conductor emboli solus, parum quidem: paullulo longius productus, apice retro et paullo foras directo, similem in modum in latere postico dilatato, margine apicali non tres sed duos solum denticulos formanti, angulus enim conductoris apicalis internus omnino rotundatus est. — Embolus ad angulum basalem interiorem stemmatis initium capit; pars eius basalis quaedam non contingit cum stemmate et in palpo desuper adspecto paullulo prominet ultra marginem laminae tarsalis.

Diametri oculorum: ant. med. 0·23, ant. lat. 0·23 et 0·19, post. med. 0·21, post. lat. 0·21 et 0·20, intervalla oculorum: ant. med. 0·14, ant. lat. 0·11, post. med. 0·26, post. lat. 0·32 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·58, pone 0·68 mm lata, 0·60 longa. Clypeus sub oculo medio 0·29 altus.

Cephalothorax 5·5 mm longus, 3·7 latus, pars cephalica 2·7 lata. Mandibulae 2·9 longae, 2·7 latae. Palporum pars patellaris in lineâ medianâ 0·82 longa, pars tibialis a basi mediâ ad angulum apicalem interiorem 0·68 longa, lamina tarsalis 2·4 longa, 0·97 lata, eius rostrum 0·97 longum.

Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·8, | 1·75, | 3·1, | 3·55, | 2·15, |
| II | 3·6, | 1·7, | 2·8, | 3·35, | 2·05, |
| III. | 3·4, | 1·6, | 2·4, | 3·45, | 1·85, |
| IV. | 4·1, | 1·75, | 3·3, | 4·4, | 2·2 mm longa. |

Femina adulta ignota.

In Galliâ septentrionali-occidentali lecta est haec species (Côtes-du-Nord). (E. Simon l. c.).

Marem unicum communicavit mihi benigne Cel. E. Simon.

### 3. Amaurobius pyrenaeus (E. Sim.).

1870 (?) — 1873. *Coelotes pyrenaeus* E. Simon, Aranéides nouveaux ou peu connus du Midi de l'Europe. (Mém. Soc. Liège, ser. 3, v. 3 et 5), p. 293, t. 1, f. 22.

1875. *Coelotes pyrenaeus* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 40, t. 5, f. 9.

Femina. (Fig. 4).

Epigyne parum differt ab epigynâ *Amaurobii obesi*; margo anticus foveae in medio in angulum magis obtusum fractus, tubercula lateralia minora, a margine postico epigynae plus quam longitudine suâ remota, septum medium angustius, inter foveolas modo ca. 0·2 atum; dentes angustiores et longiores: 0·13 lati, 0·45 longi. Quae differentiae ex parte saltem certo non constantes sunt.

Diametri oculorum: ant. med. 0·26, ant. lat. 0·32 et 0·24, post. med. 0·26, post. lat. 0·27 et 0·24, intervalla oculorum: ant. med. 0·21, ant. lat. 0·21, post. med. 0·29, post. lat. 0·50 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·66, pone 0·76 lata, 0·73 longa. Clypeus 0·40 altus.

Cephalothorax 7·7 mm longus, 5·1 latus, pars cephalica 4·1 lata. Mandibulae 4·0 longae, 4·3 latae.

Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 5·0, | 2·5, | 4·05, | 4·3, | 2·3 (2·7), |
| II. | 4·8, | 2·4, | 3·55, | 4·0, | 2·2 (2·5), |
| III. | 4·3, | 2·3, | 3·0, | 4·05, | 2·05 (2·4), |
| IV. | 5·3, | 2·4, | 4·2, | 5·25, | 2·4 (2·7) mm longa. |

metatarsus IV. itaque parum longior quam femur I, metatarsus I. aeque longus atque mandibulae in parte latissimâ latae.

Mas. (Fig. 26, 33, 56).

Processus patellaris palporum desuper visus duplo et dimidio

brevior quam pars patellaris, duplo longior quam basi latus, latere interiore recto fere, exteriore leviter et paullo inaequabiliter convexo, ad apicem paullulo sinuato, apicem versus itaque inaequabiliter angustatus, apice acutus aut levissime incisus. Latus exterius processus cum latere respondenti partis patellaris pone mediam huius longitudinem in angulum concavum obtusum manifestissimum coniungitur. A latere visus processus anteriora versus et paullo sursum directus, rectus fere, basi circiter dimidio, apice vero duplo et dimidio angustior quam latior, a basi primo modice angustatus (in latere superiore fortius), tum in magnâ parte latitudine aequali, apice parum oblique truncatus et in sinum rotundatum excisus, angulo superiore paullulo longius producto quam inferior, ambobus summo apice obtusis. Margo apicalis et pars quaedam marginis superioris in carinam compressa acutam, quae in latus interius processus non descendit. — Pars patellaris supra non retusa, desuper visa parum dilatata in latere exteriore, in parte latissimâ (processu excluso) dimidio fere latior quam basi et insigniter (ca. $^2/_7$) angustior quam in lineâ medianâ longa. Quamquam pars haec minus dilatata est quam in *Amaurobio obeso,* una cum processu — magis divaricanti — desuper latior videtur quam in latere exteriore longa.

Carina, quâ pars tibialis subter ornatur, ca. $^1/_4$ longior quam spatium, quo a basi internodii distat. — Carina laminae tarsalis $^2/_3$ longitudinis occupat; apex eius spatio parvo a margine laminae distat.

Stemmatis fabrica similis atque in aliis *Amaurobiis,* sed conductor emboli magnitudine et formâ valde insignis, ut in praecedentibus duabus speciebus, longissimus enim est et taeniam format maximam partem latitudine fere aequali, basim versus modo leviter incrassatam, ad apicem utrimque paullo inaequabiliter angustatam, apice obtusam; in parte anticâ interiore stemmatis initium capit conductor emboli anteriora versus et foras et paullulo sursum directus, hunc in modum curvatus: primo foras, tum retro secundum marginem exteriorem laminae tarsalis, a quo non procul ab apice partis tibialis deorsum et intus descendit, anteriora versus curvatur, deinde foras et sursum, tum interiora versus flexus cum parte suâ basali contingit, unde se flectit retro et denique paullo foras et deorsum. Pars basalis conductoris minor in arcum paullo inaequabilem, pars apicalis longior in *S* magnum curvata dici potest. Longior est conductor quam in prioribus duobus, imprimis

apice longius productus. — In omnibus *Amaurobiis*, quos novi stemma in parte exteriore mediâ aut anteriore lamellâ ornatur corneâ, stemmati margine solum adnatâ, in longitudinem directâ, ante incurvatâ et cum tuberculo corneo coniunctâ [1]); lamella haec in *Amaurobiis: pyrenaeo, obeso, Leveillei,* pone in angulum desinit liberum, plus minusve acutum, quum in reliquis *Amaurobiis* posteriora versus sensim humilior fiat et angulum prominentem non formet. — Embolus in angulo basali interiore stemmatis initium capit; pars eius basalis paullo remota est a reliquo stemmate.

Diametri oculorum: ant. med 0·26, ant. lat. 0·26 et 0·19, post. med. 0·19 et 0·21 (oculi hi paullulo angulati sunt), post. lat. 0·21 et 0·22, intervalla oculorum: ant. med. 0·21, ant. lat. 0·16, post. med. 0·27, post. lat. 0·39 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·63, pone 0·65 mm lata, 0·65 longa. Clypeus 0·32 altus.

Cephalothorax 6·5 mm longus, 4·3 latus, pars cephalica 3·0 lata. Mandibulae 3·4 longae, 2·9 latae. Palporum pars patellaris in lineâ medianâ 1·07 longa, pars tibialis a basi mediâ ad angulum apicalem interiorem 1·0 longa, lamina tarsalis 3·3 longa, 1·3 lata, eius rostrum ca. 1·1 longum.

Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 4·9, | 2·15, | 4·2, | 4·5, | 2·6, |
| II. | 4·7, | 2·1, | 3·7, | 4·3, | 2·4, |
| III. | 4·2, | 2·0, | 3·1, | 4·4, | 2·15, |
| IV. | 5·3, | 2·1, | 4·3, | 5·7, | 2·6 mm longa. |

Speciei huius, quae ad hoc tempus in montibus Pyrenaeis orientalibus modo lecta est, exempla duo, marem et feminam, communicavit mihi Cel. E. Simon.

### 4. **Amaurobius atramentarius** (E. Sim.).

1875. *Coelotes atramentarius* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 46.

Femina. (Fig. 22).

Epigyne foveâ simili atque in *Amaurobio obeso* et *pyrenaeo* ornata, nihilominus optime distincta formâ fundi foveae. Fovea insigniter minor, ad marginem anticum ca. 0·6 mm lata, margine antico in arcus saepe fortius curvatos et in angulum magis prominentem coniunctos diviso; margines laterales foveae tubera formant minus

[1]) Brevitati studens lamellam hanc „carinulam stemmatis“ appellabo.

definita, hemielliptica aut semiovata, oblique posita: retro et foras directa; pars posterior epigynae, depressa, brevior quam fovea. Fundus foveae in parte anticâ laterali utrâque foramine ornatus profundo, rotundato, paullo varianti, quod aliquâ ex parte margine antico foveae occultatur, quum epigyne ab imo adspicitur, ceterum una cum parte epigynae posteriore parum modo inaequalis, neque foveolis mediis ornatus, neque in septum medium elevatus (sed cum latere superiore marginis antici, ut in *Amaurobio obeso,* pariete tenui perpendiculari coniunctus, qui paries a parte posticâ tantum conspicitur), in transversum fere planus aut paullulum modo convexus. In utroque latere fundus foveae et pars epigynae pone eum sita vittâ ornantur nigricanti diffusâ, e maculis minutis conflatâ, ante foramina commemorata, pone vero marginem posticum epigynae plus minusve attingenti, in longitudinem aut retro et paullulo foras directâ, modo rectâ fere, modo leviter sinuatâ: ante foras, pone intus curvatâ; vittis his plerumque impressiones respondent valde vadosae et diffusae, nonnunquam ex parte omnino evanescentes; quae si adsunt, epigyne foveâ ornata dici potest marginem posticum attingenti, in parte anteriore optime, in posteriore verum perparum definitâ. Dentes epigynae ca. in $^1/_3$ aut $^3/_8$ inter marginem anticum foveae et marginem posticum epigynae innati, retro et intus et paullo deorsum directi, basi 0·12—0·16 lati, ca. 0·3 longi, apicem versus leviter angustati, apice plus minusve late truncati.

Diametri oculorum duorum exemplorum (ad quorum alterum moduli uncinis inclusi pertinent): ant. med. 0·22 (0·24), ant. lat. 0·26 et 0·22 (0·26 et 0·22), post. med. 0·20 (0·21), post. lat. 0·21 et 0·21 (0·23 et 0·23), intervalla oculorum: ant. med. 0·19 (0·19), ant. lat. 0·21 (0·21), post. med. 0·24 (0·32), post. lat. 0·50 (0·42) mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·61 (0·65), pone 0·64 (0·73) lata, 0·69 (0·71) longa. Clypeus sub oculis mediis 0·48 (0·45) altus.

Exemplorum maximi et minimi, quae vidi, cephalothorax 7·0 et 6·0 longus, 4·7 et 4·0 latus, pars cephalica 3·7 et 3·1 lata, mandibulae 3·6 et 3·0 longae, 3·9 et 3·1 latae, pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 4·4, | 2·1, | 3·25, | 3·55, | 2·1,[1] |
| II. | 4·1, | 2·1, | 2·85, | 3·45, | 1·95, |
| III. | 3·7, | 2·0, | 2·4, | 3·45, | 1·75, |
| IV. | 4·5, | 2·1, | 3·55, | 4·7, | 2·05 mm longa, |

[1]) Tarsi unguiculis exclusis.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·9, | 1·85, | 2·8, | 3·05, | 1·8, |
| II. | 3·6, | 1·8, | 2·45, | 2·9, | 1·7, |
| III. | 3·3, | 1·65, | 2·15, | 2·95, | 1·55, |
| IV. | 4·1, | 1·8, | 3·2, | 3·95, | 1·9 mm longa. |

Sternum exemplorum, quae examinavi, non aut parum differre mihi videtur sculpturâ a sterno aliorum *Amaurobiorum*.

Mas ignotus.

Habitat haec species in montibus Pyrenaeis [1]) (Ariège).

Cel. E. Simon communicavit mihi benigne sex exempla, omnia, quae nunc possidet. Typus descriptionis, cuius sternum fortiter rugosum erat teste Auctore doctissimo, probabiliter deperditus est.

### 5. Amaurobius dubius m.

1868. *Coelotes roscidus* L. Koch, Die Arachnidengattungen Amaurobius, Coelotes und Cybaeus. Abh. Ges. Nürnberg, v. IV, p. 40, f. 19.

1873. *Coelotes segestriiformis* Thorell, Remarks on synonyms of European Spiders, p. 502.

1875. *Coelotes roscidus* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 43.

Femina. (Fig. 19).

Epigyne huius speciei ab epigynâ *Amaurobii atramentarii* nullâ re mihi differre videtur, nisi dentibus paullo minoribus; ca. 0·24 longis, basi 0·095 latis, apice fere acutis.

Diametri oculorum: ant. med. 0·24, ant. lat. 0·27 et 0·21, post. med. 0·22, post. lat. 0·22 et 0·24, intervalla oculorum: ant. med. 0·21, ant. lat. 0·19, post. med. 0·31, post. lat. 0·42 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·66, pone 0·76 lata, 0·68 longa. Clypeus sub oculo medio 0·39 altus.

Cephalothorax 6·5 longus, 4·2 latus, pars cephalica 3·6 lata. Mandibulae 3·5 longae, 3·8 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 4·3, | 2·0, | 3·3, | 3·65, | 2·2, |
| II. | 4·2, | 2·0, | 2·9, | 3·5, | 2·0, |
| III. | 4·0, | 1·95, | 2·7, | 3·6, | 1·95, |
| IV. | 4·9, | 2·1, | 3·7, | 4·6, | 2·3 mm longa. |

Mas ignotus.

Incerta est haec species, fortasse priori subiungenda, quod tamen facere non audeo, quoniam mares earum ambarum ignoti sunt, fe-

[1]) E. Simon l. c. — Lucante, Catalogue raisonné des Arachnides observés jusqu'à ce jour dans les départements du Sud-ouest de la France. 1879—80, p. 49.

minae vero differunt inter se, quamquam parum et nescio an non constanter. An differentia, quam in formâ et magnitudine dentium epigynae observavi, constans sibi sit, dubito, in *Amaurobiis* enim nonnullis aliis, quorum maiorem numerum exemplorum examinavi, dentes hos non parum variare vidi. Pedes *Amaurobii dubii* paullo longiores mihi videntur quam *A. atramentarii;* pedes IV in illo cephalothoracem fere $2^3/_4$, in hoc verum modo circiter $2^1/_2$ longitudine superant; sed etiam haec differentia exilis est et propter subtilitatem paullo lubrica. — Cel. E. Simon *Amaurobium atramentarium* ab *A. roscido* suo sive *A. dubio* n. imprimis sterno fortiter rugoso distinxit; quae nota certo mutabilis est, quum sternum exemplorum, quae nunc in thesauro Cel. E. Simonii conservantur nomine *A. atramentarii* signata, non differat evidenter sculpturâ a sterno *A. dubii.*

Novo nomine hunc *Amaurobium* appello, quoniam *A. roscidus* C. L. Kochii [1]) sine dubio alia est species. Verus *A. roscidus* lectus est trans Alpes „in Germaniâ meridionali", recte fortasse in Carinthiâ (C. L. Koch, Uebersicht des Arachnidensystems, fasc. 1, p. 15) aut ad Tergeste (id., Die Arachniden, v. 10, p. 113); *A. roscidus* Cel. Dris L. Kochii et E. Simonii vero Pyrenaeos montes inhabitat [2]). Parum verisimile videtur eandem speciem *Amaurobii* Alpes orientalimeridionales et Pyrenaeos incolere, in regionibus interiacentibus vero abesse.

T. Thorell *Amaurobium,* de quo agitur, *Drasso segestriiformi* Dufour 1820, speciei Pyrenaeae, subiunxit, quod non approbavit Cel. E. Simon, recte, ni fallor, quamquam speciei nostrae synonymum multo probabilius videtur *„segestriiformis* Duf." quam *„roscidus* C. L. Koch.". — Descriptionem Dufourii non novi; non sufficit ea teste Cel. E. Simonio ad agnoscendam speciem; si tamen Dufour abdomen *Drassi segestriiformis* totum nigrum descripsit, ut ait T. Thorell (l. c. p. 438), *segestriiformis* Duf. synonymum est *Amaurobii atramentarii* E. Sim. potius quam *A. dubii* n.

Duo modo exempla huius speciei vidi, alterum a Cel. E. Simonio, alterum a Cel. Dre L. Kochio communicatum.

[1]) Deutschlands Insekten, fasc. 141, n. 6.

[2]) L. Koch, l. c. — E. Simon, l. c. — Lucante, Catalogue raisonné... départ. du Sud-ouest, p. 49.

## 6. Amaurobius atropos (Walck.).

1830. *Drassus atropos* Walckenaer, Faune Française, Arachn., p. 170 (t. T. Thorell & E. Simon).
1830. *Drassus trucidator* Id., ibid. p. 172 (t. E Simon).
1834. *Drassus saxatilis* Blackwall, Researches in Zoology, p. 332 (sec. Blackwall 1861).
1861. *Coelotes saxatilis* Id., A History of the Spiders of Gr. Brit. a. Ireland, p. 169, f. 109.
1868. — *solitarius* L. Koch, Abh. Ges. Nürnberg, v. 4, p. 38, f. 18 (ex parte).
1870. — — Id., Beiträge z. Kenntn. d. Arachn.-Fauna Galiziens, p. 7.
1873. — *atropos* Thorell, Remarks on Synonyms, p. 437 (ex parte).
1873. — *saxatilis* O. Cambridge, J. Linn. Soc. v. 11. p. 537, t. 14, f 5 b.
1875. — *atropos* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 32.
? — — *solitarius* Fickert, Myriopoden u. Araneiden v. Kamme d. Riesengebirges, p. 31.
1879. — *atropos* O. Cambridge, The Spiders of Dorset, p. 60.
1879. — — O. Herman, Ungarns Spinnenfauna, v. 3, p. 122, 352 (p. p.?).
? — — *solitarius* Id., ibid. p. 125, 353.
1887. — — Kulczyński, Symbola ad faunam Arachnoidarum Tirolensem. (Rozpr. Akad. Kraków, v. 16), p. 341, 342, f. 58.
1889. — *atropos* O. Cambridge, On new and rare British Spiders (P. Dorset Club, v. 10) p. 7, f. 2 c, d.
1898. — — Chyzer & Kulczyński, Araneae Hungariae, v. 2, p. 158, 160, t, 6, f. 15 a, b.
1898. — — E. Simon, Feuille Natural., n. 333, p. 173, f. A.
1902. — — Bösenberg, Die Spinnen Deutschlands, p. 222, f. 314. (p. p. ?).
1904. — — de Lessert, Observat. s. les Araignées du Bassin du Léman (Rev. Suisse Zool., v. 12) p. 407.

Femina. (Fig. 15).

Epigyne foveâ ornatur usque ad marginem posticum pertinenti, pone apertâ, lamellam continenti ca. 0·45—0·5 mm latam, aeque circiter longam ac latam aut paullo (ad $^1/_6$) longiorem, corneam, paene rectangulam aut pone leviter angustatam, aeque ac margines foveae elevatam aut non evidenter humiliorem saltem, pone ut reliqua epigyne convexam in longitudinem, ceterum subplanam. Lamella haec in laterum parte anteriore, quam dimidia maiore, sulco finitur profundo, nusquam insigniter dilatato; ante sulci circum angulos lamellae intus curvantur et circiter ad $^1/_4$ latitudinis lamellae pertinent; pone sulci modo usque ad marginem posticum epigynae producti sunt, quamquam minus profundi, modo omnino evanescunt; lamellae tum, glabrae, pars postica a partibus vicinis epigynae pilosis utrimque vittâ modo nigrâ, paullo diffusâ, distinguitur; sulci commemorati etiam ubique nigri. Fovea margine proprio, distincto

et definito, nonnunquam caret, saepius margine tali circumdatur, in dimidio anteriore quidem solum, carinam formanti obtusam semicircularem aut bis in angulum rotundatum fractam, in mediâ parte laterum foveae foras curvatam et evanescentem. Margo foveae anticus medius modo omnino confusus est cum lamellâ foveam replenti, modo ab eâ sulco vadoso tantum distictus. Dentes in lateribus epigynae prope mediam foveae longitudinem innati, intus et retro directi, formâ et magnitudine insigniter variantes, plerumque ca. duplo longiores quam latiores (0·15 mm longi, 0·08 lati), nonnunquam insigniter latiores (0·12 mm), raro minuti (0·08 longi, 0·05 lati), apicem versus plerumque modice attenuati, apice late truncato aut rotundato aut denique inaequali dentato. Quum ab imo adspicitur epigyne, dentes apice marginem lamellae non aut vix attingere videntur.

Diametri oculorum: ant. med. 0·18, ant. lat. 0·22 et 0·18, post. med. 0·20, post. lat. 0·21 et 0·195, intervalla oculorum: ant. med. 0·145, ant. lat. 0·13, post. med. 0·22, post. lat. 0·29 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·48, pone 0·61 lata, 0·58 longa. Clypeus sub oculo medio 0·35 altus.

Cephalothorax 5·6 longus, 3·9 latus, pars cephalica 3·0 lata. Mandibulae 2·8 longae, 3·0 latae. Pedum internodia;

I. 3·7, 1·8, 3·0, 3·1, 1·75 (cum unguiculis 2·1)
II. 3·4, 1·7, 2·5, 2·9, 1·65 (1·9)
III. 3·2, 1·6, 2·1, 2·9, 1·55 (1·8)
IV. 3·9, 1·8, 3·2, 4·0, 1·8 (2·1) mm longa.

Mas. (Fig. 28, 48, 66).

Processus patellaris palporum desuper visus latere interiore dimidiam longitudinem partis patellaris — ab angulo basali exteriore ad basim interiorem processus dimensae — fere aequat, circiter sescuplo longior videtur quam paullulum pone basim latus, apicem versus modice angustatus, apice late et paullo oblique truncatus: in latere interiore paullulo longior quam in exteriore; latus exterius processus huius cum latere exteriore partis patellaris angulum valde obtusum aut arcum latum format. A latere visus processus patellaris paene porrectus, latere inferiore magnam partem late leviter excavato, apicem versus paullulo convexo; supra prope medium in lobum obtusum elevatus, inter lobum hunc et apicem, acutum, infra situm, leviter bis sinuatus, sinu superiore quam inferior latiore. Latus externum et latus inferius processus patellaris convexa sunt in trans-

versum, latus interius (quod paullo oblique situm est ita, ut desuper tantum, non vero ab imo conspiciatur) deplanatum, paullo inaequale; margo apicalis compressus in carinam, quae plerumque in angulo processus apicali superiore (inter sinus commemoratos, lobo superiori et angulo apicali inferiore interiectos) in latus interius transgreditur et hic in longitudinem paullo oblique directa denique evanescit. Lobus, qui marginem superiorem processus ornat, compressus, carinam alteram acutam, paullo oblique positam, a priore plerumque distinctam format; raro pars carinae apicalis in latere interiore processus sita omnino evanescit, pars vero, quae restat, cum lobo supra sito in carinam unam confluit.

Pars patellaris insigniter dilatata apicem versus, prope apicem fere duplo latior quam basi et paullulo latior quam supra in lineâ medianâ longa. — Carina partis tibialis inferior circiter triplo longior quam spatium, quo a basi internodii distat. — Carina laminae tarsalis circiter $^{2}/_{5}$ longitudinis occupat, margini exteriori parallela est, apicem versus humilior fit et evanescit cum margine laminae non coniuncta. – Carinula stemmatis pone subito humilior fit, neque in dentem prominentem producta est. Embolus setiformis in latere interiore stemmatis non procul a basi initium capit, a stemmate nusquam evidentius discedit. Paries inferior conductoris emboli a parte inferiore visus triangularis, angulis fere aequalibus anteriora versus et foras directus, basi et latere exteriore aeque fere longis (ca. 0·3 mm), latere antico longiore (ca. 0·35), modice et aequabiliter arcuato, cum latere exteriore in angulum coëunti recto paullo minorem, parum aut non rotundatum; paries hic in longitudinem subplanus est, in transversum insigniter convexus, in parte apicali dense subtiliter plicatus, plicis lateri antico parallelis. Paries superior conductoris emboli ultra latus anticum parietis inferioris insigniter prominet.

Diametri oculorum: ant. med. 0·16, ant. lat. 0·21 et 0·18, post. med. 0·19, post. lat. 0·21 et 0·18, intervalla oculorum: ant. med 0·12, ant. lat. 0·08, post. med. 0·18, post. lat. 0·22 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·43, pone 0·52 lata, 0·44 longa. Clypeus sub oculo medio 0·31 altus.

Cephalothorax 5·0 longus, 3·55 latus, pars cephalica 2·3 lata. Mandibulae 2·1 longae, 2·0 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·6, | 1·6, | 3·15, | 3·3, | 1·9 (2·1), |
| II. | 3·4, | 1·55, | 2·8, | 3·05, | 1·75 (1·9), |

III. 3·0, 1·5, 2·2, 3·0, 1·6 (1·8),
IV. 3·8, 1·6, 3·25, 4·1, 1·9 (2·1) mm longa.

Quas terras Europae incolat *Amaurobius atropos,* difficile est ad extricandum; Scotiam [1]), Angliam [2]), Galliam [3]), Helvetiam [4]), Silesiam Austriacam, Galiciam, Hungariam incolit certo; manifesto non abest in Imperio Germanico, sed in scriptis de araneis Germanicis tractantibus [5]) nullum fere locum novi, qui sine dubitatione ad *Amaurobium atropum* referri possit. Quid sit *Coelotes atropos* Suecicus [6]), Danicus [7]), Batavus [8]), Belgicus [9]), Tirolensis [10]), Bohemicus [11]), Moravicus [12]), Italicus [13]), ulterius inquirendum videtur.

[1]) O. Cambrige, Proc. Berwickshire Nat. Hist. Club 1875; Id., Entomologist 1877.

[2]) Blackwall, l. c.; O. Cambridge, The Spiders of Dorset, p. 60.

[3]) E. Simon, l. c.; Lancelevée, Arachnides recueillis aux environs d'Elbeuf, p. 44; Lucante, Catalogue raison..... Arachn..... départ. du Sud-ouest de la France, p. 49.

[4]) de Lessert, l. c. — Ab aliis scriptoribus prolatus „*Coelotes atropos*" Helveticus plus minusve dubius mihi videtur. (Pavesi, Ann. Mus. Genova, v. 4, p. 101; Id., Note araneologiche, 1875, p. 36; Becker, Ann. Soc. ent. Belgique 1878; Lebert, Die Spinnen der Schweiz, 1878, p. 247; Müller & Schenkel, Verh. Ges. Basel, v. 10, p. 749).

[5]) Becker, Ann. Soc. ent. Belgique, v. 23, p. LXXXIII et IV (Friedrichroda, Schneeberg in Saxonia); Bertkau, Verh. Ver. Rheinland, v. 37, p. 294 et v. 40, p. 267; Bösenberg, Verh. Ver. Rheinland, v. 56, p. 91; Id., Mt. Mus. Hamburg, v. 14; Id., Die Spinnen Deutschlands, p. 222; Dahl, Schr. Ver. Schlesw.-Holstein, v. 5; Lebert, Verzeichniss schlesicher Spinnen, 1875, p. 35. — *Coelotes atropos* e Bavaria a Dre L. Kochio, Abh. Ges. Nürnberg, v. 6, p. 145, et e Silesia Borussica a Dre C. Fickert prolatus, Zeitschr. ent. Breslau 1876, p. 59, certo *Amaurobius terrestris* est, *Coelotes solitarius* Silesiacus (Fickert 1875 l. c. et 1876, an etiam Lebert 1875?) vero probabiliter idem atque *Amaurobius atropos.*

[6]) Wetter, I Småland och Skåne hittils iakttagne Spindlar, 1874, p. 28.

[7]) Sörensen, Entomologische Meddelelser 1903, p. 307.

[8]) v. Hasselt, Catalogus Aranearum hucusque in Hollandia inventarum, 1886, p. 33; Supplementum II, 1890, p. 27.

[9]) Becker, Ann. Soc. ent. Belgique 1878 et 1881; Id., Les Arachnides de Belgique, v. 3, p. 187, t. 15, f. 2.

[10]) Dalla Torre, Ber. Ver. Innsbruck, v. 12, p. 68: Stilfserjoch, ubi tamen, ni fallor, *Amaurobius pastor tirolensis* solus occurrit! — *C. atropos* e Tirolia a Dre L. Kochio prolatus manifeste idem est atque *C. atropos* Ausserери (Verh. Ges. Wien, v. 17, p. 151) et = *Am. terrestris* C. L. Koch.

[11]) v. Hasselt, Catalogus Aranearum hucusque in Hollandia inventarum, supplem. III, 1898, p. 24; Nosek, Věstník česke společn. náuk 1895, p. 29.

[12]) Nosek, l. c.

[13]) Pavesi, Att. Soc. Ital. v. 16 et 21; Caffi, I Ragni di Calabria, 1895.

Synonymia speciei huius supra prolata, non completa, magnam partem in coniecturis posita est magis traditione et considerationibus zoogeographicis nixis, quam descriptionibus ab auctoribus in lucem editis, harum enim pleraeque non sufficiunt ad certo recognoscendam speciem.

Descriptionem primam *Drassi atropi* Walck. non novi; probabiliter non melior est quam ambigua descriptio in Walckenaërii Histoire naturelle des Insectes, Aptères, v. 1, p. 627, ubi cum *Amaurobio atropo* mas cuiusdam speciei Pyrenaeae (ni fallor, stemmatis formâ *Amaurobio pyrenaeo* aut *obeso* similis) manifesto confusus est. Quum teste Cel. E. Simonio *A. atropos* E. Sim. solus in vicinis Lutetiae Parisiorum — probabiliter itaque etiam ad Villers-Cotterets, ubi detectus est *Drassus atropos* — vulgaris sit, verisimillimum videtur, hanc speciem a Walckenaërio *Drassum atropum* appellatam esse. — *Drassum saxatilem* Blackwallii 1834 (cuius descriptionem non novi) et *Coelotam saxatilem* eiusdem scriptoris (1861) *Amaurobio atropo* nunc sine dubitatione subiungo; in Angliâ duae modo species huius generis inventae sunt recentiore tempore: *atropos* et *saxatilis* [1]); ex his *A. atropos*, neque *A. saxatilis*, partem patellarem palpi maris in latere exteriore geniculatam habet, ut eam — non parum ultra modum quidem — repraesentat figura 109 e Blackwallii in „A History of the Spiders cet.“; stemma in hac figura pessime delineatum est.

Non dubito, quin sub *Coelota solitario* duae species confusae sint a Cel. Dre L. Kochio anno 1868. *Coelotes solitarius*, cuius exempla masculina et feminina in Tiroliâ meridionali lecta benigne communicavit mihi Vir doctissimus, idem est atque *Coelotes brevidens* m.; exempla Transsilvanica eidem speciei a Dre L. Kochio a. 1868 subiuncta certo ad *A. atropum* pertinent, in Transsilvaniâ enim, unde exempla *Amaurobiorum* multa in manibus habui, verus *A. solitarius* (Tirolensis) non occurrit. Etiam *Amaurobius* montes Tatricos incolens, quem Dr. L. Koch anno 1870 ut *Coelotam solitarium* protulit, cuiusque exempla ab hoc Auctore nomine *solitarii* signata vidi, *Amaurobius atropos* est. — Epigynam *C. solitarii* (1868, fig. 18) secundum exemplum *A. atropi* delineavisse videtur Dr. L. Koch;

[1]) *Coelotes pabulator* O. Cambr. Anglicus idem est atque *Amaurobius terrestris*. Cfr. O. Cambridge, On new and rare British Arachnida, 1905 (P. Dorset Club, v. 26, p. 44).

figura haec lamellam non coarctatam in parte anteriore (in *A. solitario* coarctata est) et marginem anticum foveae multo evidentiorem ostendit, quam in exemplis *A. solitarii,* quae vidi saltem. — Quae quum ita sint, aequo iure nomen *solitarius* pro synonymo *Amaurobii atropi* haberi aut nomine hoc *Coelotes brevidens* Kulcz. nominari posset, nisi Cel. E. Simon, qui primus species a Dre L. Kochio sub *C. solitario* confusas distinxit a. 1875 in „Les Arachnides de France“ v. 2 (ubi tamen non recte *Coelotam terrestrem* L. Koch, speciem sibi eo tempore ignotam, inter synonyma *C. atropi* recepit) alteram earum *atropum,* alteram *solitarium* appellasset. — Mas *Coelotae solitarii* Tirolensis, quem Cel. Dr. L. Koch descripsit a. 1872 (Zeitschr. Ferd. Tirol, p. 295), certo idem est atque *C. solitarius* E. Sim.; *Amaurobius atropos* fortasse in Tiroliâ non occurrit; inter exempla *Amaurobiorum,* non multa quidem, quae in Tiroliâ partim a me ipso, partim a B. Kotula lecta sunt, speciem hanc non vidi.

In „Araneae Hungariae“ notavi, T. Thorellium non internovisse probabiliter *Amaurobium terrestrem* et *A. atropum* (quem loco eo *solitarium* appellavi).

Facile crediderim a Cel. O. Hermanio sub *Coelota atropo* confusos esse *Amaurobios atropum* et *terrestrem.* In „Ungarns Spinnenfauna“, v. 3, ut species distinctae proferuntur quidem *Coelotes atropos* et *solitarius;* synonyma *C. atropi* quod attinet, Auctor ad T. Thorelli Remarks on Synonyms lectorem delegat, ubi *Coelotes terrestris* inter synonyma *C. atropi* receptus est; ex quibus sequi videtur, *C. atropum* O. Hermanii eundem esse atque *C. terrestris* L. Koch, *C. solitarium* O. Herm. eundem atque *C. solitarius* L. Koch ex parte (*C. atropos* E. Sim.); sed exemplum *Amaurobii* ab O. Hermanio nomine *C. atropi* signatum, ad Also Hámor lectum, quod vidi, *Amaurobius atropos* est (cfr. Araneae Hungariae, v. 2, p. 160), „*Coelotae solitarii*“ exempla vero se non vidisse dicit O. Herman (l. c. p. 125), probabiliter itaque *Amaurobius terrestris,* qui non raro occurrit in Hungariâ, idem ei visus est atque *A. atropos.*

Nisi fallor, etiam *Coelotes atropos* W. Bösenbergii (1902) duas continet species: *Amaurobium atropum* et *terrestrem,* quod quidem magis ex litteris a scrutatore diligentissimo acceptis coniicio, quam ex descriptione et figuris l. c. prolatis. Fig. 314 C l. c. palpum *A. atropi* repraesentare mihi videtur, fig. 314 D palpum *A. saxatilis* potius (bona non est), fig. 314 B fortasse epigynam *A. atro-*

*pi*[1]; descriptio parum subtilis est. Scripsit mihi olim W. Bösenberg, se addubitare, an *A. atropos* et *terrestris* species sint distinctae; feminas Germanicas variare quidem formâ epigynae ita, ut duae species inter eas distingui possent, mares tamen omnes, qui in manus sibi incidisssent, probabiliter unius esse speciei. Probabile mihi videtur itaque, *A. atropum* et *terrestrem* confusos esse a W. Bösenbergio.

Ipse *Amaurobium atropum* primo ex exemplis Polonicis a Cel. Dre L. Kochio nomine *Coelotae solitarii* signatis cognovi et *Coelotam solitarium* (L. Koch) eum appellabam usque ad a. 1887, postea verum *Coelotam atropum.*

### 7. **Amaurobius solitarius** (L. Koch).

1868. *Coelotes solitarius* L. Koch, Abh. Ges. Nürnberg, v. 4, p. 38, f. 18 (ex parte).
1872. — — L Koch, Beitrag zur Kenntniss der Arachniden Tirols, 2-e Abhandlung (Zeitschr. Ferd. Tirol), p. 295.
1875. — — E. Simon. Les Arachnides de France, v. 2, p. 36, t. 5, f. 13, 13 a.
? 1898. — — E. Simon, Feuille Natural., n. 333, p. 173, f. B[2]).
1898. *Coelotes brevidens* Kulczyński, Symbola ad faunam Aranearum Austriae Inferioris cognoscendam (Rozpr. Ak. Kraków, v. 36), p. 38, 99, f. 75.

Femina. (Fig. 21).

Epigyne conformatione similis epigynae *Amaurobii atropi,* nihilominus optime distincta: lamella insigniter (circiter $^1/_3$) longior quam latior, ca. 0·65 mm longa, 0·48 lata, in dimidio anteriore lateribus leviter foras curvatis paullo angustata, in parte posteriore lateribus leviter incurvatis, evidenter (fere $^1/_3$) latior quam ad marginem anticum. Sulci, quibus lamella in lateribus finitur, pone fortasse constanter usque ad marginem posticum epigynae pertinentes, in parte anteriore, ubi lamella angustior est, insigni latitudine, ante non incurvati, in marginem anticum lamellae itaque non producti. Foveae margines proprii laterales fere recti et paralleli aut posteriora versus paullulo a se discedentes, plerumque non solum in dimidio anteriore sed etiam in posteriore distincti, quamquam in hoc paullo minus expressi; raro prope medium humiliores fiunt et ramum brevem parum distinctum foras emittunt; margo anticus

[1]) Cel. R. de Lessert l. c. figuras Bösenbergii secundum *Am. terrestrem* delineatas esse censet.

[2]) Descriptio et figura processus patellaris hoc loco prolatae non bene quadrant in exemplum, quod mihi communicavit Cel. E. Simon.

totus cum lamellâ connatus, nonnunquam parum expressus, saepius a lamellâ sulco valde vadoso distinctus, modo leviter arcuatus recurvus, modo in medio in angulum latum leviter fractus. Dentes in lateribus epigynae paullo ante mediam foveam innati, breves, parum aut non longiores quam latiores (ex. gr. 0·15 longi, 0·13 lati), apicem versus modice angustati, formâ variantes, retro et intus directi, margines lamellae non attingentes, quum ab imo adspicitur epigyne.

Diametri oculorum: ant. med. 0·14, ant. lat. 0·21 et 0·17, post. med. 0·16, post. lat. 0·16 et 0·16, intervalla oculorum: ant. med. 0·13, ant. lat. 0·11, post. med. 0·18, post lat. 0·26 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·40, pone 0·49 lata, 0·47 longa. Clypeus sub oculo medio 0·29 altus.

Cephalothorax 4·5 longus, 3·2 latus, pars cephalica 2·4 lata. Mandibulae 2·1 longae, 2·4 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·0, | 1·4, | 2·2, | 2·3, | 1·3. |
| II. | 2·8, | 1·35, | 1·8, | 2·1, | 1·3. |
| III. | 2·5, | 1·3, | 1·5, | 2·2, | 1·2. |
| IV. | 3·1, | 1·35, | 2·4, | 2·85, | 1·3 mm longa. |

Mas. (Fig. 30, 44, 65).

Pars patellaris palporum non parum similis parti respondenti *Amaurobii atropi*. Processus eius paullo longior: quum desuper adspicitur pars patellaris, latus interius processus paullo brevius quidem videtur quam dimidia pars patellaris, ut supra dictum est dimensa, revera latus hoc, desuper et paullulo a fronte visum, circiter $^{2}/_{5}$ partis patellaris longitudine aequat, paullulo plus quam sescuplo longius est quam processus basi latus; desuper processus non aut parum angustatus apicem versus videtur, apice paullo oblique truncatus. Latus exterius processus cum latere respondenti partis patellaris lineam rectam (paullulo modo inaequalem) format. A latere visus processus paullulo magis deorsum directus quam in *A. atropo*, latere inferiore apicem versus in parte maiore et evidentius convexo, latere superiore minus inaequali, latus hoc etiam lobo lato obtuso [1]) ornatur, sed humiliore, et margo processus ab eo usque

[1]) Quum directo a latere exteriore adspicitur pars patellaris, ut in figurâ nostrâ 44, lobus hic deesse et processus patellaris in angulum acutum desinere videtur propter marginem apicalem, qui libratus est, in punctum contractum; apparent: lobus superior et apex processus late truncatus in palpo a parte exteriore inferiore viso.

ad angulum apicalem inferiorem rectâ fere lineâ descendere videtur, quum a latere adspicitur pars patellaris. Carina, in quam compressus est apex processus, similem in modum in latus interius ingreditur; lobus vero supra situs, parum compressus, carinam format obtusam, parum modo expressam, fere in longitudinem directam.

Pars patellaris sat fortiter, sed minus quam in *A. atropo*, dilatata in latere exteriore, prope apicem sescuplo saltem latior quam basi et aeque fere lata atque longa in lineâ medianâ.

Carina partis tibialis quadruplo longior quam spatium, quo a basi internodii distat.

Carina laminae tarsalis $^1/_3$ longitudinis occupat, ceterum, ut lamina ipsa et stemma, similis atque in *A. atropo*. Differt, non multo quidem, sed minifesto, paries inferior conductoris emboli: a parte inferiore visus paullo magis foras directus, triangularis, basi 0·31, latere exteriore 0·37, antico 0·39 longo, basi leviter arcuatâ, lateribus exteriore et antico leviter sinuatis, illo in parte basali maiore paullo concavo, in apicali convexo, hoc in parte basali maiore convexo, in apicali concavo; latera haec in angulum coëunt valde acutum. Sat inaequalis est paries, de quo agitur; in angulo basali interiore carina humilis initium capit foras directa, in dimidio apicali parietis evanescens; pars apicalis similem in modum atque in *A. atropo* plicata.

Diametri oculorum: ant. med. 0·145, ant. lat. 0·20 et 0·145, post. med. 0·165, post. lat. 0·17 et 0·145, intervalla oculorum: ant. med. 0·145, ant. lat. 0·065, post. med. 0·16, post. lat. 0·21 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·40, pone 0·48 lata, 0·42 longa. Clypeus sub oculo medio 0·24 altus.

Cephalothorax 4·5 longus, 3·0 latus, pars cephalica 2·0 lata. Mandibulae 1·9 longae, 2·0 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·2, | 1·5, | 2·65, | 2·8, | 1·7, |
| II. | 3·0, | 1·45, | 2·2, | 2·55, | 1·6, |
| III. | 2·7, | 1·35, | 1·8, | 2·6, | 1·5, |
| IV. | 3·5, | 1·5, | 2·7, | 3·4, | 1·7 mm longa. |

Pauca modo exempla, mares tres et feminas sex huius speciei vidi, ex parte a Cel. E. Simonio et Dre L. Kochio communicata.

Alpes et promontoria earum quaedam incolere videtur *Amaurobius solitarius* (an ibi vicarius *Amaurobii atropi?*). Occurrit in Galliâ teste Cel. E. Simonio, in Tiroliâ (meridionali saltem) teste Cel. Dre

L. Kochio (loc. cit.) et G. Canestrinio [1]), in Alpibus Austriae Inferioris (leg. B. Kotula), in Hungariâ occidentali (Kőszeg=Güns in „comitatu“ Vas = Eisenburg). Praeterea lectus est probabiliter in Helvetiâ [2]).

Parum probabile mihi videtur speciem hanc in Transsilvaniâ [3]) et in Moldaviâ [4]) occurrere. — „*Coelotes solitarius*“ Silesiacus [5]) certo *Amaurobius atropos* est.

### 8. Amaurobius terrestris (Wider) L. Koch.

? 1834. *Aranea terrestris* Wider in Reuss Zoologische Miscellen, p. 215, t. 14, f. 10.
1836. *Amaurobius tigrinus* C. L. Koch, Deutschlands Insecten, fasc. 141, n. 5 (ex Dre L. Kochio).
1837. — *subterraneus* Id., Übersicht des Arachnidensystems, fasc. 1, p. 15 (teste Dre L. Kochio).
1839. — *terrestris* Id., Die Arachniden, v. 6, p. 45, f. 463, 464 (teste Dre L. Kochio).
1855. — — L. Koch, Zur Charakteristik des Artenunterschiedes bei den Spinnen cet. (Korrespond.-Blatt zool.-min. Verein. Regensburg, v. 9) p. 163.
1868. *Coelotes terrestris* Id., Abh. Ges. Nürnberg, v. 4, p. 42, f. 20, 21.
1870. — — Id., Beiträge z. Kennt. d. Arachn.-Fauna Galiziens, p. 7.
1872. — — Id., Zeitschr. Ferd. Tirol, p. 297.
1873. *Coelotes atropos* Thorell, Remarks on Synonyms, p. 437 (ex parte).
? 1875. — — Fickert, Myriopoden u. Araneid. v. Kamme d. Riesengebirges, p. 30.
? 1879. *Coelotes atropos* O. Herman, Ungarns Spinnenfauna, v. 3, p. 122, 352 (p. part.).
1887. — — Kulczyński, Rozpr. Akad. Kraków, v. 16, p. 342, f. 59.
1889. *Coelotes pabulator* O. Cambridge, On new and rare British Spiders (P. Dorset Club, v. 10), p. 7, f. 2 a—c.
? 1896. — *atropos* Becker, Les Arachnides de Belgique, v. 3, p. 187, t. 15, f. 2.
1898. — *terrestris* Chyzer & Kulcz., Araneae Hungariae, v. 2, p. 161, t. 6, f. 14.
1898. — — E. Simon, Feuille Natural., n. 333, p. 173, f. C.
? 1902. — *atropos* Bösenberg, D. Spinnen Deutschlands, p. 222, f. 314 (p. part.).
1904. — *terrestris* de Lessert, Rev. Suisse Zool., v. 12, p. 406.
1905. — — O. Cambridge, On new a. rare British Arachnida (P. Dorset Club, v. 26) p. 44.

[1]) G. Canestrini, Intorno alla fauna del Trentino, 1875, p. 29.

[2]) ? In pago Ticino: P. Pavesi, Ann. Mus. Genova, v. 4, p. 102; prope Zermatt: Becker, Ann. Soc. ent. Belgique 1881, p CLVIII; Furka (E. Simon in litt.): Lebert, Die Spinnen der Schweiz, 1878, p. 247.

[3]) L. Koch 1868 l. c.

[4]) Becker, Ann. Soc. ent. Belgique 1878, p. CCLV.

[5]) Fickert, Myriopod. u. Aran. v. Kamme d. Riesengebirges, 1875, p. 31; Id., Zeitschr. ent. Breslau 1876, p. 59; an etiam: Lebert, Verzeichn. schlesicher Spinnen, 1875, p. 35 ?

F e m i n a. (Fig. 17).

Epigyne non parum similis epigynae *Amaurobii atropi;* differt imprimis margine antico foveae a lamellâ foveam replenti fissurâ profundâ distinctâ. Lamella in dimidio anteriore utrimque sulco, in posteriore saepissime vittâ nigrâ tantum, raro sulco parum evidenti finita, aeque longa ac lata aut paullo (ad $^1/_5$) longior, rectangula aut in parte posteriore paullo latior (ca. $^1/_6$ parte), parte postremâ, quae in longitudinem convexa est, exceptâ subplana aut paullulo in transversum convexa, cornea, mediocriter indurata. Foveae margines proprii in dimidio anteriore solum distincti et hic non multo quidem sed evidenter altiores quam lamella; margo anticus paullulo recurvatus aut in medio in angulum parum evidentem fractus, complanatus, lamelliformis, paullulo supra marginem anticum lamellae prominens; margines laterales obtusi, minus quam anticus definiti, inter se paralleli, prope mediam foveam foras flexi et evanescentes. Quum a parte posticâ adspicitur epigyne, non difficile cerni potest, marginem anticum foveae in fundo fissurae, quâ margo hic a lamellâ distinguitur, in medio connatum esse cum lamellâ, in lateribus vero ab eâ fissurâ profundiore distare; pars media connata pallide colorata est, in partibus lateralibus vero margo lamellae, ut toti eius margines laterales, niger; pars connata angustior quam in *Amaurobio atropo*, circiter $^1/_3$ aut $^1/_4$ latitudinis occupat. Dentes in lateribus epigynae innati, evidenter ante mediam longitudinem lamellae (in $^1/_3$ aut $^1/_4$ longitudinis; situ dentes hi manifesto paullo variant, in epigynis magis contractis — margine foveae antico magis supra lamellam producto — minus late a medio distant), intus et retro directi, basi 0·13—0·16 lati, sescuplo aut duplo longiores quam basi lati, a basi apicem versus modice angustati, apice truncati aut oblique inaequabiliter rotundati. Quum ab imo adspicitur epigyne, dentes hi marginem lamellae fere attingere videntur aut paullulo supra eam prominent.

Diametri oculorum: ant. med. 0·18, ant. lat. 0·24 et 0·18, post. med. 0·20, post. lat. 0·21 et 0·195, intervalla oculorum: ant. med. 0·17, ant. lat. 0·13, post. med. 0·22, post. lat. 0·32 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·49, pone 0·61 lata, 0·58 longa. Clypeus sub oculo medio 0·32 altus.

Cephalothorax 5·5 longus, 3·7 latus, pars cephalica 3·0 lata. Mandibulae 2·9 longae, 2·9 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·7, | 1·7, | 2·9, | 3·2, | 1·7, |
| II. | 3·4, | 1·65, | 2·4, | 2·8, | 1·65, |
| III. | 3·0, | 1·6, | 1·95, | 2·8, | 1·5, |
| IV. | 3·8, | 1·75, | 3·0, | 3·8, | 1·8 mm longa. |

Mas. (Fig. 29, 45, 63).

Processus patellaris palporum directo a latere visus formâ fere eâdem atque in *Amaurobio solitario*. In latere interiore processus hic $^2/_3$ longior est quam basi latus et aeque fere atque $^2/_3$ partis patellaris longus; directo desuper visus apicem versus leviter angustatus, apice sat anguste oblique truncatus; latus eius exterius cum latere exteriore partis patellaris in lineam rectam coniungitur. A latere exteriore visus procesus fere anteriora versus directus, a basi primo modice angustatus, tum leviter dilatatus, denique cito oblique angustatus, latere superiore a parte altissimâ ad angulum apicalem infra situm, acutum, oblique lineâ paullulo sigmoideâ descendenti; lobo proprio in margine superiore caret hic processus. A parte exteriore inferiore processus patellaris paene rectus videtur, neque in angulum obtusum intus fractus, ut in *Amaurobiis atropo* et *solitario*. Carina, in quam compressus est margo apicalis processus, ut in illis in latus interius transgreditur.

Pars patellaris sat fortiter dilatata in latere exteriore, prope apicem ca. $^2/_3$ latior quam basi et aeque circiter lata atque in lineâ medianâ longa. Carina partis tibialis $^4/_7$ longior quam spatium, quo a basi internodii distat.

Carina laminae tarsalis similis atque in *Amaurobio solitario*. Carinula stemmatis pone in dentem acutum liberum non producta. Embolus similis atque in *A. atropo* et *solitario*. Paries inferior conductoris emboli a parte inferiore visus pentagonus, anteriora versus et foras directus, ca. 0·32 longus, 0·27 latus, foras leviter curvatus aut rectus, circiter in $^4/_5$ basalibus apicem versus paullulo modo attenuatus (a parte inferiore posteriore visus non angustatus), apice utrimque subito ita contractus, ut in angulum desinere videatur fere rectum (apice paullulo productum), summo apice obtusiusculum, paene symmetricum; in longitudinem modice concavus, in transversum convexus est paries, de quo agitur, in parte apicali paullo inaequalis, sed plicis evidentioribus parallelis caret, margines versus fortius induratus et obscurior quam in medio et basi, non pellucidus. Paries conductoris superior non parum prominet ultra latus anticum parietis inferioris in dimidio basali sed non in parte apicali.

Diametri oculorum: ant. med. 0·135, ant. lat. 0·21 et 0·135, post. med. 0·16, post. lat. 0·18 et 0·16, intervalla oculorum: ant. med. 0·17, ant. lat. 0·095, post. med. 0·17, post. lat. 0·26 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·42, pone 0·48 lata, 0·47 longa. Clypeus sub oculo medio 0·27 altus.

Cephalothorax 4·6 longus, 3·1 latus, pars cephalica 2·2 lata. Mandibulae 2·2 longae et latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·4, | 1·55, | 2·9, | 3·1, | 1·9. |
| II. | 3·2, | 1·5, | 2·4, | 2·9, | 1·8, |
| III. | 2·9, | 1·4, | 2·0, | 2·9, | 1·6, |
| IV. | 3·5, | 1·5, | 3·0, | 3·9, | 1·9 mm longa. |

Huius speciei exempla possideo: in Angliâ (commun. Fr. O. P. Cambridge), Belgiâ (legit Rev. E. Schmitz), Bavariâ (comm. Com. E. a Keyserling), Silesiâ Austriacâ, Poloniâ (Galiciâ), Hungariâ lecta. Praeter has terras incolit *Amaurobius terrestris* Galliam [1], Helvetiam [2], Tiroliam [3], Germaniam septentrionalem [4], Silesiam Borussicam [5], Valachiam [6]. Facile crediderim *Coelotam atropum* Sueciae, Daniae, Bataviae, Bohemiae [7] et Moraviae *Amaurobium terrestrem* esse aut speciem hanc includere saltem. *Coelotes terrestris* e vicinis Varsaviae [8], Vindobonae [9], Lombardicus [10] dubia est species.

[1]) E. Simon 1898 l. c. et: Liste des arachnides observés à Lyons-la-Forêt, Eure (Feuille Natural. 1899).

[2]) R. de Lessert 1904 l. c. et: Rev. Suisse Zool. v. 13, p. 650.

[3]) Ausserer, Verh. Ges. Wien. 1867, p. 151; L. Koch, Abh. Ges. Nürnberg 1868, v. 4, p. 45, Zeitschr. Ferd. Tirol 1876, p. 247 (*Coel. atropos*).

[4]) Dahl, SB. Ges. naturf. Berlin 1902, p. 203. — Prope Gedanum, unde *Amaurobium terrestrem* protulit Ohlert (Die Araneiden oder echten Spinnen der Provinz Preussen, 1867, p. 92) fortasse secundum Mengei „Verzeichniss der Danziger Spinnen", 1850, — quod opusculum non novi, — species haec non occurrere videtur, Menge enim in opere, quod Preussische Spinnen inscribitur, tacitam eam praeteriit.

[5]) Dahl, SB. Ges. naturf. Berlin 1902, p. 197; Lebert, Verzeichn. schlesischer Spinnen, 1875, p. 35;? Fickert 1875 et 1876, l. c. „*Coelotes atropos*".

[6]) Jacquet, Faune de la Roumanie (Bullet. de la Société d. sc. de Bucarest, v. 14, 1905) p. 218.

[7]) *Amaurobium terrestrem* Bohemicum protulit Barta 1869 in: Archiv pro přírodověd. proskoumáni Čech I díl IV odděleni, p. 142.

[8]) Taczanowski, Wykaz Szkoły głównej warszawskiej 1866, p. 4.

[9]) Doleschal, SB. Ak. Wien, v. 9, p. 626.

[10]) Canestrini & Pavesi, Araneidi italiani, 1869, p. 63; Eid., Catalogo sistematico degli araneidi italiani, 1870, p. 21.

Synonymia huius speciei non minus ambigua est quam *Amaurobii atropi*. An *Araneam terrestrem* Widerii Cel. Dr. L. Koch recte interpretatus sit, dubitari potest. Typus descriptionis Widerianae probabiliter periit cum maximâ parte thesauri huius scriptoris. Si ad Beerfelden in Silvâ Ottonicâ, ubi lecta est *Aranea terrestris*, una modo species *Amaurobii* occurrit, interpretatio Dris L. Kochii confirmari aut mutari poterit; si plures, ignorabimus, quid sit vera *Aranea terrestris* Wid. — Difficilior est quaestio de *Amaurobio tigrino* C. L. Koch (si typus descriptionis non exstat), ut cuius patria incerta est.

### 9. **Amaurobius Poweri** (E. Simon).

1875. *Coelotes Poweri* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 42.

Femina. (Fig. 20).

Fovea epigynae adeo repleta, ut restent tantum partes suae laterales anticae. Lamella, quae eam replet, in laterum parte posteriore vittis nigris tantum et in parte anteriore etiam sulcis, qui tamen difficilius conspiciuntur, definita, cornea, rectangula fere, 0·48 mm longa, 0·45 lata, angulis rotundatis, in medio lateribus arcuatis leviter constricta, in dimidio posteriore aeque elevata atque partes epigynae adiacentes, in dimidio anteriore utrimque sublibrata, parte anticâ mediâ, triangulari, parum definitâ, anteriora versus leviter adscendenti et cum margine antico medio foveae sensim coniunctâ. Margo foveae itaque in parte anticâ mediâ, ca. 0·2 latâ, omnino cum lamellâ confusus, in parte anticâ laterali utrâque et in laterum parte circiter dimidiâ anteriore supra eam modice elevatus, magnam partem in lamellam libratam, crassiusculam, margine obtusiusculam, complanatus, prope mediam foveae longitudinem foras et retro flexus et evanescens. Margo foveae, qui restat distinctus, ante utrimque in arcum recurvatus est sensim in partem lateralem, in longitudinem directam, abeuntem. A parte posticâ supra marginem anticum lamellae foveam replentis fissura utrimque conspicitur profunda, brevis; apices interiores fissurarum 0·26 mm inter se distant. — Dentes in lateribus epigynae innati circiter in $^1/_4$ longitudinis lamellae, paullo magis intus quam retro directi, ca. 0·27 longi, basi ca. 0·15 lati, apicem versus leviter modo angustati, apice late inaequabiliter truncati, marginem lamellae non attingentes, quum ab imo adspicitur epigyne.

Diametri oculorum: ant. med. 0·195, ant. lat. 0·20 et 0·26, post. med. 0·21 et 0·22, post. lat. 0·18 et 0·21, intervalla oculorum: ant. med. 0·15, ant. lat. 0·16, post. med. 0·18, post. lat. 0·37 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·52, pone 0·58 lata, 0·57 longa. Clypeus sub oculo medio 0·31 altus.

Cephalothorax 6·2 mm longus, 4·1 latus, pars cephalica 3·1 lata. Mandibulae 3·3 longae, 3·4 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 4·2, | 2·0, | 3·3, | 3·45 | 1·85, |
| II. | 3·9, | 1·95, | 2·85, | 3·25, | 1·7, |
| III. | 3·7, | 1·85, | 2·5, | 3·4, | 1·6, |
| IV. | 4·5, | 2·0, | 3·65, | 4·55, | 2·05 mm longa. |

Mas ignotus.

Unicum exemplum huius speciei vidi, benigne a Cel. E. Simonio communicatum.

Gallia: Alpes-Maritimes.

## 10. Amaurobius mediocris (Kulcz.).

1887. *Coelotes mediocris* Kulczyński, Rozpr. Akad. Kraków, v. 16, p. 274, 337 342, f. 52—56.

Femina. (Fig. 18).

Fovea epigynae lamellâ repleta corneâ, subplanâ (in parte anticâ mediâ leviter impressâ et paullulo pone medium foveolis duabus obsoletis, inter se duplo longius quam a lateribus remotis, ornatâ), trapezicâ angulis rotundatis, ca. 0·39 mm longâ, prope marginem posticum 0·48—0·52 latâ, ante ca. 0·27—0·29 latâ, in lateribus et ante — parte mediâ ca. 0·08 latâ exceptâ — sulco finitâ optime expresso, ad ipsum marginem posticum tantum fere evanescenti. Fovea etiam trapezica dici potest, angulis praesertim anterioribus late rotundatis, lateribus modice rotundatis, margine antico in arcus duos mediocriter recurvatos, in medio in angulum latum coëuntes, fracto; paullo maior est fovea quam lamella, 0·52—0·56 longa, ante 0·29—0·35, in parte posteriore latissimâ 0·6—0·63 lata, ante et in laterum parte anticâ circiter $^1/_3$ margine definita distinctissimo, rectangulo fere, neque in lamellam tenuem complanato, parietes foveae enim in hac parte foveae ad perpendiculum fere directi sunt; in $^1/_3$ longitudinis aut paullo pone eam margines foveae humiliores et obtusi fiunt. Pone margines foveae non altiores sunt quam lamella, ante vero evidenter supra eam elevati (ca. 0·08 mm). Dentes in lateribus epigynae, paullo pone marginem anticum foveae (ca. 0·05 mm)

innati, retro et intus directi, basi 0·11 lati, 0·24 longi, elongato triangulares, apice, qui anguste rotundatus est, marginem lamellae attingere videntur, quum ab imo adspicitur epigyne.

Diametri oculorum: ant. med. 0·13, ant. lat. 0·22 et 0·16, post. med. 0·17, post. lat. 0·18 et 0·16, intervalla oculorum: ant. med. 0·12, ant. lat. 0·10, post. med. 0·155, post. lat. 0·29 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·37, pone 0·48 lata, 0·47 longa. Clypeus sub oculo antico 0·22 altus.

Cephalothorax 4·8 mm longus, 3·3 latus, pars cephalica 2·5 lata. Mandibulae 2·6 longae, 2·5 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 2·9, | 1·45, | 2·2, | 2·2, | 1·2 (1·4), |
| II. | 2·7, | 1·4, | 1·7, | 2·2, | 1·2 (1·4), |
| III. | 2·5, | 1·35, | 1·6, | 2·25, | 1·2, |
| IV. | 3·2, | 1·5, | 2·5, | 3·05, | 1·45 (1·6) mm longa. |

Mas. (Fig. 34, 49, 57).

Processus patellaris palporum desuper visus $^2/_3$ partis patellaris longitudine aequat, dimidio longior quam paullulo pone basim latus, triangularis fere apice obtusiusculo, a basi apicem versus insigniter angustatus, latere interiore paullo pone basim denticulo parum manifesto ornato, ceterum maximam partem recto; latus exterius partis tibialis cum latere respondenti processus in arcum coniunctum convexum, parum curvatum, versus apicem processus paullulo sinuatum ita, ut processus apice paullulo foras curvatus videatur. A latere exteriore visus processus basi porrectus fere, apicem versus modice sursum curvatus, a basi magnam partem paullulo angustatus, tum (ubi sursum curvatus est) latitudine fere aequali, denique oblique truncatus, margine apicali inaequabiliter insigniter exciso, supra rotundato, infra in dentem brevem, bene distinctum producto. In carinam, mediocriter acutam quidem, compressus est angulus solus, in quem coëunt margines processus superior et apicalis. A parte exteriore inferiore adspectus processus leviter et paullo inaequabiliter foras curvatus.

Pars patellaris fortiter dilatata in latere exteriore, prope apicem duplo fere latior quam basi et paullo (circiter $^1/_6$) latior quam in lineâ medianâ longa. — Carina partis tibialis subter sita paullo plus duplo longior quam spatium, quo distat a basi internodii.

Carina laminae tarsalis dimidiam fere eius longitudinem occupat, in parte anticâ marginem versus paullo descendit, sed eum non attingit. Carinula stemmatis pone in angulum liberum non producta. Embo-

lus in angulo basali interiore stemmatis initium capit. Paries inferior conductoris emboli angulis subaequalibus anteriora versus et foras directus, pentagonus, lateribus valde inaequalibus, 0·26 mm longus, basi 0·19, prope apicem 0·10 latus, modice foras curvatus, a basi fere usque ad apicem modice angustatus, apice utrimque oblique truncatus et paullulo emarginatus, angulis apicalibus: antico paullulo producto, non rotundato, medio truncato (certo situ saltem), postico obtuso et paullo rotundato; in parte apicali paries hic inaequalis est, ad angulum apicalem medium carinulâ parvâ corneâ acutissimâ obliquâ ornatur. Quum ab imo adspicitur conductor emboli, paries superior prominet non parum non solum ultra latus anticum sed etiam ultra apicem parietis inferioris.

Diametri oculorum: ant. med. 0·115, ant. lat. 0·18 et 0·13, post. med. 0·14, post. lat. 0·145 et 0·13, intervalla oculorum: ant. med. 0·08, ant. lat. 0·065, post. med. 0·095, post. lat. 0·18 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·30, pone 0·37 lata, 0·34 longa. Clypeus sub oculo medio 0·14 altus.

Cephalothorax 3·5 longus, 2·6 latus, pars cephalica 1·65 lata. Mandibulae 1·6 longae, 1·8 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 2·6, | 1·2, | 2·1, | 2·2, | 1·35, |
| II. | 2·4, | 1·15, | 1·8, | 2·1, | 1·3, |
| III. | 2·2, | 1·05, | 1·4, | 2·1, | 1·2, |
| IV. | 2·8, | 1·2, | 2·2, | 2·9, | 1·45 mm longa. |

Marem unum et feminas duas huius speciei legi in Tiroliâ meridionali in silvis vallis „Suldental".

## 11. **Amaurobius pabulator** (E. Sim.).

1875. *Coelotes pabulator* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 34, t. 5, f 11, 11 a.

1904. — — de Lessert, Rev. Suisse Zool. v. 12, p. 408, f. 30—33.

Femina. (Fig. 12, 14).

Epigyne formâ non parum varians, imprimis epigynae *Amaurobii pastoris* similis. Lamella fundum foveae occupans modo multo latior quam longior, modo aeque longa ac lata, posteriora versus plus minusve dilatata lateribus magis minusve sigmoideis, plerumque in parte anteriore sat fortiter anteriora versus declivis, foveae pars anterior itaque saepissime sat profunda. Foveae margo anticus plerumque modice et aequabiliter recurvatus, raro rectus, rarissime levissime procurvus aut in angulum parum expressum, apice retro

directum fractus, non in lamellam complanatus sed plerumque rectangularis fere acie obtusiusculâ, rarius magis acutus. Paries anticus foveae subplanus, plerumque ad perpendiculum directus, sat altus, rarius impendens. Dentes basi abdominis evidenter propiores quam margo anticus foveae, ita siti, ut marginem anticum foveae ex parte occultent et apice supra lamellam promineant, retro et intus directi, triangulares, duplo et dimidio aut $^2/_5$ solum longiores quam basi latiores, apice modo anguste modo late rotundati, modo plus minusve late truncati aut denique emarginati vel inaequales. In exemplis quatuor hos modos epigynae inveni:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| lamella | 0·39, | 0·39, | 0·32, | 0·31 | longa, |
| ante | 0·36, | 0·40, | 0·35, | 0·52 | lata, |
| pone | 0·39, | 0·52, | 0·44, | 0·55 | lata, |
| dentes basi | 0·50, | 0·50, | 0·42, | 0·68 | remoti, |
| | 0·29, | 0·37, | 0·32, | 0·29 | longi, |
| | 0·17, | 0·16, | 0·16, | 0·13 | lati. |

Margine antico foveae recurvato, pariete antico foveae directo et fere plano, dentibus ante marginem anticum foveae sitis, plerumque epigyne huius speciei manifesto differt ab epigynâ *Amaurobii pastoris*, sed notae hae omnes paullo mutabiles sunt et occurrunt exempla, quorum epigyne difficilis est ad distinguendum ab epigynâ *A. pastoris*.

Oculi situ et magnitudine variant adeo, ut ad distinguendam hanc speciem ab *Amaurobio pastore* adhiberi non possint. Ecce modi oculorum exemplorum sex:

diametri oculorum:

| | ant. med., | ant. lat., | post. med., | post. lat. |
|---|---|---|---|---|
| 1) | 0·21 | 0·29, 0·20 | 0·22 | 0·24, 0·22 |
| 2) | 0·19 | 0·26, 0·19 | 0·19 | 0·21, 0·195 |
| 3) | 0·17 | 0·22, 0·18 | 0·19 | 0·21, 0·195 |
| 4) | 0·16 | 0·23, 0·17 | 0·18 | 0·18, 0·16 |
| 5) | 0·15 | 0·24, 0·18 | 0·185 | 0·21, 0·18 |
| 6) | 0·16 | 0·26, 0·19 | 0·20 | 0·22, 0·19 |

intervalla oculorum:

| | ant. med., | ant. lat., | post. med., | post. lat |
|---|---|---|---|---|
| 1) | 0·145 | 0·105 | 0·21 | 0·29 |
| 2) | 0·15 | 0·15 | 0·22 | 0·34 |
| 3) | 0·14 | 0·11 | 0·16 | 0·31 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4) | 0·13 | 0·11 | 0·185 | 0·29 |
| 5) | 0·19 | 0·12 | 0·22 | 0·34 |
| 6) | 0·21 | 0·14 | 0·21 | 0·31 |

| | area oculorum mediorum: | | | clypeus sub oculo medio: |
|---|---|---|---|---|
| 1) | ante 0·55 lata, | pone 0·65 lata, | 0·61 longa | 0·32 altus |
| 2) | 0·52 | 0·63 | 0·58 | 0·34 |
| 3) | 0·47 | 0·53 | 0·50 | 0·24 |
| 4) | 0·43 | 0·53 | 0·52 | 0·27 |
| 5) | 0·48 | 0·58 | 0·52 | 0·27 |
| 6) | 0·53 | 0·60 | 0·55 | 0·34. |

Margines superiores oculorum anticorum lineam designant modo rectam, modo evidenter procurvam (ni fallor, linea haec manifesto procurva videtur in exemplis, quorum oculi antici medii magni sunt).

Pedum longitudo etiam paullo mutabilis, plerumque paullo minor quam in *Amaurobio pastore;* tibia cum patellâ IV modo insigniter modo parum brevior quam spatium, quo oculi postici medii distant a margine postico cephalothoracis. Exemplorum, quorum modi oculorum supra prolati sunt:

| | cephalothorax longus | cephalothorax latus | pars cephalica lata |
|---|---|---|---|
| 1) | 6·3 | 4·4 | 3·3 |
| 2) | 6·4 | 4·5 | 3·3 |
| 3) | 5·4 | 3·7 | 2·8 |
| 4) | 5·3 | 3·7 | 2·8 |
| 5) | 5·6 | 3·7 | 2·8 |
| 6) | 6·5 | 4·5 | 3·4 |

| | internodia pedum I longa | | | | | internodia pedum IV longa | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 4·0, | 2·0, | 3·4, | 3·7, | 2·0 | 4·4, | 2·0, | 3·65, | 4·6, | 2·05 |
| 2) | 4·2, | 2·1, | 3·4, | 3·65, | 2·1 | 4·3, | 2·0, | 3·6, | 4·5, | 2·1 |
| 3) | 3·7, | 1·8, | 3·2, | 3·5, | 1·8 | 4·1, | 1·7, | 3·4, | 4·5, | 1·8 |
| 4) | 3·5, | 1·7, | 2·8, | 2·95, | 1·7 | 3·7, | 1·7, | 3·15, | 3·8, | 1·75 |
| 5) | 3·9, | 1·9, | 3·2, | 3·35, | 1·95 | 4·1, | 1·9, | 3·4, | 4·3, | 2·0 |
| 6) | 4·3, | 2·2, | 3·5, | 3·8, | 2·1 | 4·6, | 2·15, | 3·8, | 4·8, | 2·15 |

Exempli 2-di internodia pedum II 3·9, 2·05, 2·9, 3·4, 1·9, pedum III 3·6, 1·9, 2·4, 3·5, 1·7 mm longa, mandibulae 3·0 longae,

3·5 latae; exempli 3-ii modi respondentes: int. ped. II 3·6, 1·75, 2·75, 3·2, 1·7, ped. III 3·2, 1·65, 2·3, 3·2, 1·5, mand. 2·5 longae, 2·8 latae.

In thesauro Cel. E. Simonii vidi feminas aliquot, quae utrum ad *Amaurobium pabulatorem* an ad *A. pastorem* pertineant, difficillimum est ad decernendum.

Mas. (Fig. 31, 32, 46, 47, 60).

Processus patellaris palporum desuper visus aequae circiter longus atque $^2/_3$ partis patellaris. duplo longior quam paullulo pone basim latus, latere exteriore cum latere respondenti partis patellaris in lineam rectam aut paullulo concavam coniuncto. Formâ processus hic paullo variat; latus eius interius saepe rectum, latus exterius circiter a medio leviter rotundatum, apex obtusiusculus; raro latus interius circiter in $^1/_4$ apicali oblique truncatum est aut processus apicem versus aequaliter fere in latere utroque angustatus. Nonnunquam (ex. gr. in exemplo Helvetico, quod mihi dono dedit Cel. R. de Lessert) processus patellaris desuper visus intus paullo concavus est, extrinsecus minus longe attenuatus et oblique truncatus potius quam rotundatus, apice latius obtusus. A latere exteriore processus anteriora versus et paullulo sursum directus videtur, similis atque in *Amaurobio terrestri* et *solitario,* plerumque latere inferiore paullulo minus, superiore autem fortius quam in eis curvato, apice minus oblique truncatus, a parte exteriore inferiore visus paullulo incurvatus; in exemplo Helvetico apice magis inaequabiliter sinuatus: margine apicali supra fere transverso, angulo apicali inferiore dentem bene distinctum formanti [1]). Carina, in quam compressa sunt margo apicalis processus et pars magna marginis superioris, tota fere a latere exteriore conspici potest, in latus interius processus enim parum modo, in dimidio basali processus, descendit.

Pars patellaris sat fortiter dilatata in latere exteriore, prope apicem (una cum parte basali processus) non duplo latior quam basi et aeque circiter lata atque in lineâ medianâ longa. — Carina inferior partis tibialis paullo ante mediam longitudinem initium capit.

Carina laminae tarsalis similis atque in *Amaurobio atropo* cet., circiter $^1/_3$ longitudinis occupans. — Stemma valde simile stemmati *Amaurobii terrestris;* differt paullo conductor emboli; huius paries

[1]) Cfr. Roger de Lessert, Observations sur les Araignées du Bassin du Léman, pag. 408.

inferior in mediâ parte non convexus in transversum sed planus, apicem versus tenuior et paullo pellucidus, apice pone paullulo latius truncatus quam ante (in exemplo Helvetico angulis tribus apicalibus plus minusve late rotundatis), angulo apicali omnino non producto. Notandum est, partem conductoris, quae formâ et situ parieti inferiori soli in *A. terrestri* respondere videtur, revera non solum e pariete inferiore sed etiam ex parte quadam parvâ parietis superioris constare; sulcus, quo parietes hi inter se distinguuntur, in margine antico, pone eius medium initium capiens, apicem conductoris versus directus, difficilius conspicitur. Ab *Amaurobio terrestri* differt *A. pabulator* etiam reliquâ parte parietis superioris conductoris, quae in fronte parietis inferioris conspicitur in palpo ab imo viso; haec multo angustior est in *A. pabulatore*, basim et apicem versus sensim angustata, in *A. terrestri* apicem versus dilatata, apice transverse truncata.

Diametri oculorum: ant. med. 0·16, ant. lat. 0·22 et 0·16, post. med. 0·17, post. lat. 0·185 et 0·16, intervalla oculorum: ant. med. 0·13, ant. lat. 0·08, post. med. 0·14, post. lat. 0·29 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·43, pone 0·48 lata, 0·50 longa. Clypeus sub oculo medio 0·23 altus.

Cephalothorax 4·8 longus, 3·3 latus, pars cephalica 2·3 lata. Mandibulae 2·1 longae, 2·2 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·6, | 1·65, | 3·1. | 3·45, | 2·0 (2·2), |
| II. | 3·4. | 1·6. | 2·65. | 3·3, | 1·9 (2·1). |
| III. | 3·1, | 1·5, | 2·3, | 3·3, | 1·7 (19), |
| IV. | 3·85, | 1·65, | 3·2, | 4·3, | 2·2 (2·25) mm longa. |

*Amaurobius pabulator* Alpes occidentales incolit Galliae et Helvetiae. — Multa eius exempla communicavit mihi benigne Cel. E. Simon, marem et feminam Helveticam dono dedit Cel. R. de Lessert.

*Amaurobius* Anglicus, a Rev. O. P. Cambridgeo ut *Coelotes pabulator* prolatus anno 1889, *Amaurobius terrestris* est (Cfr. O. P. Cambridge 1905, loco supra sub *A. terrestri* citato).

## 12. **Amaurobius pastor** (E. Simon).

1875. *Coelotes pastor* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 58, t. 5, f. 12, 12 a.

Femina. (Fig. 6, 9, 10).

Epigyne formâ varians. Lamella fundum foveae occupans fortasse constanter latior quam longior, lateribus modo fere rectis,

modo leviter rotundatis, modo sigmoideis, posteriora versus parum aut modice dilatata, anteriora versus plerumque minus quam in priore declivis, foveae pars anterior itaque minus profunda. Fovea ante tantum definita margine bene evoluto; margines eius laterales ubique parum distincti, late obtusi, ante ut margo anticus supra lamellam elevati, posteriora versus sensim humiliores, in parte posticâ non altiores quam lamella. Margo foveae anticus plerumque in arcus duos fractus recurvos, in medio in angulum bene expressum coëuntes, raro rectus fere aut in medio paullulo procurvus, modo obtusus, modo acutus. Paries anticus foveae inaequalis et non ad perpendiculum directus, in dimidio utroque in transversum concavus et a margine foveae versus fundum oblique descendens, impendens, ita, ut in epigynâ ab imo visâ pars eius media sola conspiciatur aut totus paries anticus margine foveae occultetur. Lamellae margo anticus in parte mediâ sat late cum pariete foveae antico coniunctus, in latere utroque ab eo sulco (aut fissurâ potius) distinctus, plerumque sat fortiter rotundatus et in marginem exteriorem lineâ sensim curvatâ abiens, aut parum curvatus et cum margine dicto angulum sat latum et late rotundatum formans. Dentes non in fronte foveae sed ad eius latera potius epigynae innati; bases eorum cum margine antico medio foveae lineam rectam aut paullo recurvatam designant; latus exterius eorum circiter sescuplo aut fere duplo et dimidio longius quam basis lata; apex modo fere acutus, modo sat late, non raro oblique, rotundatus, raro oblique mediocriter late truncatus. Sat magni sunt hi dentes; apex eorum lamellam attingere videtur aut supra eam paullo prominet, quum ab imo adspicitur epigyne. Modi epigynae exemplorum quinque dimensorum hi sunt:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| lamella | 0·27, | 0·32, | 0·31, | 0·31, | 0·42 | longa [1]) |
| ante | 0·45, | 0·47, | 0·48, | 0·47, | 0·37 | lata |
| pone | 0·57, | 0·48, | 0·48, | 0·52, | 0·45 | lata [2]) |
| dentes basi | 0·56, | 0·60, | 0·66, | 0·58, | 0·60 | remoti, |
| | 0·29, | 0·23, | 0·26, | 0·21, | 0·26 | longi [3]) |
| | 0·13, | 0·13, | 0·11, | 0·14, | 011 | lati. |

Formâ marginis antici et parietis antici foveae, dentium situ differt epigyne huius speciei ab epigynâ *Amaurobii pabulatoris* ma-

[1]) in lineâ medianâ.

[2]) in parte latissimâ.

[3]) in latere exteriore.

nifesto, plerumque sed non constanter. (Conferantur ea, quae supra de epigynâ *A. pabulatoris* dicta sunt).

Oculorum diametri:

| | ant. med., | ant. lat., | post. med., | post. lat. |
|---|---|---|---|---|
| 1) | 0·195 | 0·30, 0·195 | 0·21 | 0·225, 0·195 |
| 2) | 0·195 | 0·275, 0·205 | 0·22 | 0·24, 0·225 |
| 3) | 0·18 | 0·26, 0·195 | 0·20 | 0·225, 0·21 |
| 4) | 0·16 | 0·24, 0·18 | 0·185 | 0·20, 0·18 |
| 5) | 0·16 | 0·25, 0·195 | 0·21 | 0·24, 0·21 |

intervalla:

| | ant. med., | ant. lat., | post. med., | post. lat. |
|---|---|---|---|---|
| 1) | 0·135 | 0·145 | 0·24 | 0·32 |
| 2) | 0·16 | 0·16 | 0·275 | 0·32 |
| 3) | 0·145 | 0·145 | 0·195 | 0·33 |
| 4) | 0·12 | 0·11 | 0·18 | 0·31 |
| 5) | 0·195 | 0·195 | 0·275 | 0·39. |

| | area oculorum mediorum: | | | clypeus sub oculo medio: |
|---|---|---|---|---|
| 1) | ante 0·51 lata, | pone 0·64 lata, | 0·57 longa | 0·29 altus |
| 2) | 0·52 | 0·69 | 0·57 | 0·31 |
| 3) | 0·48 | 0·58 | 0·56 | 0·26 |
| 4) | 0·42 | 0·54 | 0·48 | 0·27 |
| 5) | 0·50 | 0·66 | 0·60 | 0·32. |

Variant itaque oculi situ et magnitudine.

Pedes plerumque paullo longiores quam in priore. Exemplorum, quorum modi oculorum supra prolati sunt:

| | cephalothorax longus: | cephalothorax latus: | pars cephalica lata: |
|---|---|---|---|
| 1) | 6·2 | 4·5 | 3·3 |
| 2) | 6·3 | 4·3 | 3·3 |
| 3) | 6·2 | 4·5 | 3·3 |
| 4) | 5·3 | 3·5 | 2·7 |
| 5) | 6·5 | 4·45 | 3·2 |

| | internodia pedum I longa: | | | | | internodia pedum IV longa: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 4·4, | 2·1, | 3·75, | 3·95, | 2·1 | 5·0, | 2·1, | 4·1, | 5·3, | 2·2 |
| 2) | 4·4, | 2·1, | 3·8, | 4·05, | 2·2 | 5·0, | 2·1, | 4·35, | 5·3, | 2·2 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3) | 4·4, | 2·1, | 3·75, | 3·95, | 2·1 | 4·7, | 2·0, | 4·1, | 5·1, | 2·2 |
| 4) | 3·6, | 1·75, | 3·2, | 3·3, | 1·9 | 4·1, | 1·75, | 3·5, | 4·3, | 2·0 |
| 5) | 4·5, | 2·1, | 3·8, | 4·05, | 2·1 | 4·8, | 2·1, | 4·1, | 5·2, | 2·2[1]). |

Exempli 2-di internodia pedum II 4·3, 2·0, 3·35, 3·9, 2·0, pedum III 4·0, 1·9, 3·0, 3·95, 1·9 longa, mandibulae 3·3 longae et latae; exempli 3-tii internodia pedum II 4·1, 1·95, 3·25, 3·7, 1·9, III 3·7, 1·9, 2·8, 3·7, 1·8 longa, mandibulae 3·0 longae, 3·1 latae.

Mas. (Fig. 36, 52, 58).

Processus patellaris desuper visus circiter dimidio brevior quam pars patellaris, paullulo plus duplo longior quam prope basim latus, latere exteriore leviter arcuato convexo, cum latere exteriore partis patellaris lineâ rectâ coniuncto, latere interiore (basi exceptâ) modo toto recto, modo apicem versus paullo obliquo, apice acutus; a latere visus fere anteriora versus directus, rectus, a basi apicem versus leviter et aequabiliter angustatus, apice oblique rotundato-truncatus, angulo superiore obtuso et late rotundato, inferiore quam rectus minore et anguste rotundato; a parte inferiore exteriore adspectus paullulo incurvatus aut rectus. Margo apicalis et dimidium apicale marginis superioris in carinam compressa acutam, quae in latus interius processus non descendit.

Pars patellaris palporum sat fortiter dilatata in latere exteriore, prope apicem ca. $^3/_4$ latior quam basi et pallo angustior quam in lineâ medianâ longa. — Carina inferior partis tibialis parum longior quam spatium, quo a basi internodii distat.

Carina laminae tarsalis circiter $^3/_8$ longitudinis occupat, similis atque in *Amaurobio atropo*. Stemma etiam simile stemmati *A. atropi*. Paries inferior conductoris emboli apice magis foras quam anteriora versus directus, quadrangularis dici potest foras modice curvatus, ca. 0·3 longus, basi 0·2, apice ca. 0·1 latus, a basi paullo pone medium modice angustatus, in parte apicali latitudine fere aequali, transverse truncatus, angulo anteriore non, posteriore non aut leviter rotundato.

Diametri oculorum: ant. med. 0·115, ant. lat. 0·18 et 0·13, post. med. 0·13, post. lat. 0·15 et 0·13, intervalla oculorum: ant. med.

[1]) Exemplum hoc, oculis anticis mediis parvis et tibiâ cum patellâ IV manifesto breviore quam cephalothorax (ut in *Amaurobio pabulatore*) insigne, epigynae formâ ab *A. pabulatore* discrepat et cum *A. pastore* convenit.

0·08, ant. lat. 0·065, post. med. 0·13, post. lat. 0·16 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·29, pone 0·40 lata, 0·37 longa. Clypeus sub oculo medio 0·18 altus.

Cephalothorax 3·6 longus, 2·6 latus. Mandibulae 1·6 longae, 1·4 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 2·9, | 1·25, | 2·5, | 2·6, | 1·55, |
| II. | 2·7, | 1·2, | 2·2, | 2·5, | 1·45, |
| III. | 2·6, | 1·1, | 1·85, | 2·6, | 1·4, |
| IV. | 3·2, | 1·25, | 2·8, | 3·75, | 1·7 mm longa. |

Teste Cel. E. Simonio Alpes Gallicas incolit haec species in praefecturis Basses-Alpes et Hautes-Alpes sitas. — Multa eius exempla (omnia, quae nunc in thesauro Cel. E. Simonii conservantur) examinavi, benigne ab E. Simonio communicata.

## 12 b. **Amaurobius pastor** (E. Sim.) **tirolensis** m.

1887. *Coelotes pastor* Kulczyński. Rozpr. Akad. Kraków, v. 16, p. 274, 342, f. 60.
1895. — — Müller et Schenkel, Verh. Ges. Basel, v. 10, p. 749.

*Amaurobius*, quem olim ut *Coelotam pastorem*, non sine haesitatione, protuli, partibus genitalibus differt paullo ab *A. pastore* Gallico, quam ob rem eum ut varietatem aut subspeciem potius, secernendum censeo.

Femina. (Fig. 11, 13).

Dentes epigynae breviores quam in *Amaurobio pastore* typico, latere exteriore modo parum modo sesculplo fere longiore quam basis, apice lamellam mediam non attingentes, quum ab imo adspicitur epigyne. Pars lateralis utraque marginis antici lamellae mediae, a pariete antico foveae sulco aut fissura distincta, parum aut non curvata, anteriora versus et foras directa, cum margine exteriore in angulum acutum coniuncta; quae nota paullo difficilis est quidem ad observandum, sed certo non parvi momenti. Ceterum similis est epigyne atque in *A. pastore* typico. Lamella fundum foveae occupans parum aut $^1/_4$ latior in parte latissimâ quam longa in lineâ medianâ, lateribus modo fere rectis modo evidenter foras curvatis, pone parum aut $^1/_3$ latior quam ante. Exemplorum quatuor dimensorum:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| lamella | 0·46, | 0·32, | 0·40, | 0·40 | longa, |
| ante | 0·40, | 0·34, | 0·40, | 0·44 | lata, |
| pone | 0·53, | 0·40, | 0·44, | 0·42 | lata, |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| dentes basi | 0·73, | 0·61, | 0·66, | 0·56 | remoti, |
| | 0·14, | 0·13, | 0·19, | 0·18 | longi, |
| basi | 0·13, | 0·11, | 0·145, | 0·13 | lati. |

Oculorum diametri:

| | ant. med., | ant. lat., | post. med., | post. lat. |
|---|---|---|---|---|
| 1) | 0·16 | 0·26, 0·18 | 0·21 | 0·21, 0·195 |
| 2) | 0·15 | 0·23, 0·17 | 0·20 | 0·195, 0·18 |
| 3) | 0·13 | 0·22, 0·145 | 0·18 | 0·18, 0·17 |
| 4) | 0·16 | 0·225, 0·18 | 0·195 | 0·195, 0·18 |

intervalla:

| ant. med., | ant. lat., | post. med., | post. lat. |
|---|---|---|---|
| 0·19 | 0·095 | 0·19 | 0·31 |
| 0·20 | 0·135 | 0·225 | 0·34 |
| 0·18 | 0·13 | 0·18 | 0·31 |
| 0·145 | 0·095 | 0·18 | 0·29 |

| | area oculorum mediorum: | | | clypeus sub oculo medio: |
|---|---|---|---|---|
| 1) | ante 0·48 lata, | pone 0·60 lata, | 0·55 longa, | 0·31 altus |
| 2) | 0·48 | 0·61 | 0·55 | 0·34 |
| 3) | 0·42 | 0·52 | 0·48 | 0·29 |
| 4) | 0·45 | 0·55 | 0·50 | 0·32, |

| | cephalothorax longus: | latus: | pars cephalica lata: |
|---|---|---|---|
| 1) | 6·2 | 4·2 | 2·9 |
| 2) | 5·8 | 3·9 | 2·95 |
| 3) | 5·1 | 3·4 | 2·6 |
| 4) | 5·5 | 3·9 | 2·9 |

| internodia pedum I longa: | | | | | internodia pedum IV longa: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4·4, | 2·0, | 3·6, | 3·7, | 1·9 | 4·6, | 2·0, | 3·9, | 4·8, | 2·0 |
| 4·2, | 1·95, | 3·55, | 3·55, | 1·85 | 4·5, | 1·9, | 3·85, | 4·75, | 1·95 |
| 3·8, | 1·75, | 3·25, | 3·4, | 1·8 | 4·1, | 1·75, | 3·6, | 4·5, | 1·8 |
| 4·2, | 1·85, | 3·5, | 3·75, | 1·95 | 4·6, | 1·9, | 3·8, | 4·8. | 2·0. |

Tibia cum patellâ IV itaque modo longior modo brevior quam cephalothorax. — Exempli 1-mi internodia pedum II 4·0, 1·95, 3·2, 3·5, 1·8, pedum III 3·8, 1·9, 2·7, 3·6, 1·7 longa, mandibulae 3·0 longae et latae.

Mas. (Fig. 51, 64).

Processus patellaris a latere visus paullulo sursum directus et paullo sursum curvatus, a parte exteriore inferiore adspectus rectus aut levissime foras curvatus, desuper visus formâ eâdem atque in *Amaurobio pastore* typico aut latere interiore apicem versus paullulo sinuato, latere exteriore cum latere respondenti partis patellaris modo in lineam rectam modo in angulum concavum, parum expressum, coniuncto.

Conductor emboli latior videtur quam in *A. pastore* typico, brevior enim est in latere postico (0·47 mm longus ante, basi 0·27, apice 0·15 latus), apice oblique truncatus et nonnunquam paullulo emarginatus, angulo anteriore acuto non rotundato, posteriore obtuso aut rotundato.

Diametri oculorum: ant. med. 0·12, ant. lat. 0·18 et 0·14, post. med. 0·155, post. lat. 0·16 et 0·145, intervalla: ant. med. 0·13, ant. lat. 0·08, post. med. 0·17, post. lat. 0·22 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·36, pone 0·47 lata, 0·44 longa. Clypeus sub oculo medio 0·22 altus.

Cephalothorax 4·3 longus, 3·1 latus, pars cephalica 1·9 lata, mandibulae 1·8 longae, 1·9 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·7, | 1·55, | 3·4, | 3·7, | 2·0 |
| II. | 3·5, | 1·55, | 3·0, | 3·5, | 1·95 |
| III. | 3·2, | 1·4, | 2·6, | 3·5, | 1·8 |
| IV. | 4·0, | 1·55, | 3·6, | 4·8, | 2·2 longa. |

Forma *tirolensis Amaurobii pastoris* lecta est in Alpibus confinium Tiroliae, Helvetiae, Italiae occupantibus et — testibus Cel. Fr. Müllerio et E. Schenkelio — in Helvetiâ (S. Bernardino, Val Piora). — Exempla vidi ca. 20.

## 13. Amaurobius Pickardi (O. P. Cambr.).

1873. *Coelotes Pickardi* O. P. Cambridge, On some new Species of European Spiders (J. Linn. Soc., v. 11) p. 537, t. 14, f. 5 a, d.

*Amaurobius Pickardi* fortasse, imo probabiliter, forma est modo *Amaurobii pastoris;* in praesens ut speciem propriam eum profero, quoniam femina eius ignota est ad hoc tempus.

Mas. (Fig. 35, 50, 61).

Palporum pars patellaris supra in lineâ medianâ 0·52 mm longa, basi 0·29 lata, in parte latissimâ ca. 0·52 lata, in latere exteriore

una cum processu 0·89 longa; processus 0·35 longus, prope basim 0·16 latus, desuper visus paullo inaequabiliter (apicem versus fortius) angustatus, apice acutus, latere interiore recto, exteriore modice arcuato, cum latere respondenti partis patellaris lineâ rectâ coniuncto. A latere visus processus patellaris paullo sursum directus, paullo sursum curvatus, apicem versus leviter et aequabiliter angustatus, apice supra rotundatus, angulo apicali inferiore bene expresso sed obtuso. Margines processus: superior in dimidio apicali, apicalis, inferior ad apicem, in carinam compressi acutam, in latus interius processus non descendentem.

Pars tibialis desuper visa basi 0·31 lata, a puncto mediano baseos ad angulum apicalem interiorem 0·50 longa. Lamina tarsalis 1·6 longa, 0·7 lata, a parte latissimâ apicem versus lateribus levissime concavis angustata. Stemma ca. 0·9, rostrum laminae tarsalis ca. 0·40 longum.

Embolus setiformis, a bulbo nusquam evidentius discedens. Paries inferior conductoris emboli 0·37 longus, basi aequis fere angulis anteriora versus et foras directus, tum foras flexus, in parte apicali sat magnâ paullulo anteriora versus curvatus, basi ca. 0·21, paullo pone medium ca. 0·095 latus, in apicali dimidio latitudine subaequali, apice transverse rotundato-truncatus, angulo posteriore omnino rotundato, anteriore modice aut bene expresso; a fronte visus foras directus, deorsum sat fortiter arcuatus (subter concavus), prope basim subter in angulum rectum elevatus, ab angulo hoc apicem versus aequabiliter angustatus, apice gracillimus, acutus. E partibus reliquis conductoris profundius sitis conspiciuntur ab imo: angulus corneus complanatus, sat magnus, pone prominens, et lobus membranaceus, latus, humilis, anguste semilunaris fere, cum parte marginis antici multo quam dimidia maiore contingens, altitudine latitudinem mediam parietis inferioris non aequans.

Diametri oculorum: ant. med. 0·13, ant. lat. 0·21 et 0·145, post. med. 0·16, post. lat. 0·18 et 0·16, intervalla oculorum: ant. med. 0·115, ant. lat. 0·08, post. med. 0·16, post. lat. 0·22 longa.

Area oculorum mediorum ante 0·34, pone 0·47 lata, 0·42 longa. Clypeus sub oculo medio 0·24 altus.

Cephalothorax 4·2 mm longus, 2·95 latus; mandibulae 2·0 longae, 1·8 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·2, | 1·45, | 2·65, | 2·9, | 1·85, |
| II. | 3·0, | 1·35, | 2·35, | 2·85, | 1·7, |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| III. | 2·8, | 1·35, | 2·0, | 2·9, | 1·55, |
| IV. | 3·4, | 1·5, | 2·85, | 3·95, | 1·85 mm longa. |

Conductore emboli foras (neque foras et anteriora versus) curvato, apice rotundato-truncato differt hic *Amaurobius* ab *A. pastore typico* et imprimis a *tirolensi*, cui simillimus est formâ processus patellaris. Etiam pars patellaris latior est quam in exemplis *A. pastoris*, quae vidi; sed hac in re variat paullo *A. pastor typicus* et *tirolensis*.

Exemplum huius speciei, unicum, in Helvetiâ — loco, eheu, non indicato — lectum, communicavit mihi benigne Rev. O. P. Cambridge.

### 14. Amaurobius Gasperinii (E. Sim.).

1891. *Coelotes Gasperinii* E. Simon in: R. Gasperini, Prilog fauni dalmatinskich pauka, p. 13.

1898. — — Id., Histoire naturelle des Araignées, ed. 2, v. 2, p. 254, f. 248 H.

Femina. (Fig. 7).

Epigyne similis atque in *Amaurobio inermi*, his rebus distincta: fovea a parte inferiore posticâ visa aeque longa ac lata (ca. 0·32 mm) aut non multo (ca. $^1/_7$) latior quam longior, insigniter minus a margine postico remota: spatium foveae et margini postico interiectum, retro subito ventrem versus descendens, convexum, ab imo adspectum 0·13—0·16 mm longum tantum videtur, foveis evidentioribus caret (in exemplis examinatis saltem); margo anticus foveae sat crassus, obtusus, pone non in superficiem marginis postici productus sed in eum sensim abiens. Dentes in lateribus epigynae innati in mediâ longitudine foveae, basi 0·07—0·1 mm lati, 0·2—0·25 longi, basi externâ inter se 0·68—0·84, apicibus 0·40—0·52 remoti.

Oculorum diametri: ant. med. 0·21, ant. lat. 0·27 et 0·22, post. med. 0·22, post. lat. 0·25 et 0·21, oculorum intervalla: ant. med. 0·14, ant. lat. 0·13, post. med. 0·23, post. lat. 0·31 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·55, pone 0·66 lata, 0·61 longa. Clypeus sub oculo medio 0·29 altus.

Cephalothorax 6·4 mm longus, 4·3 latus, pars cephalica 3·0 lata. Mandibulae 3·0 longae, 3·1 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 4·0, | 2·0, | 3·2, | 3·55, | 2·0 (cum unguiculis 2·2), |
| II. | 3·8, | 1·95, | 2·75, | 3·4, | 1·9 (2·1), |
| III. | 3·6, | 1·9, | 2·5, | 3·4, | 1·7 (1·9), |
| IV. | 4·7, | 2·0, | 3·9, | 4·9, | 2·1 (2·4) mm longa. |

Mas. (Fig. 43, 62).

Palporum pars femoralis supra in ipso apice et ad eum aculeis ornata crassis, valde brevibus (ca. 0·1—0·15 mm longis), numero paullo variantibus (6—9); aculeus unus, quam reliqui paullulo longius a margine apicali remotus, eis paullo longior est (ca. 0·2 mm).

Pars patellaris formâ insignis, solito brevior, latior quam longior (0·42 mm longa, 0·49 lata), in latere exteriore leviter campanulato dilatata, dorso deplanato, imo paullo retuso, praesertim in parte exteriore et prope marginem apicalem; latus exterius cum dorso in angulum coëunt fere rectum; margo apicalis in latere exteriore superiore angulo corneo minuto ornatus.

Pars tibialis etiam brevis, ca. 0·5 mm longa, basi 0·3 lata, insigniter itaque angustior quam pars patellaris, apice 0·58 lata, in latere exteriore fortius quam in interiore et fere aequabiliter dilatata, dorso in parte exteriore anticâ profunde excavato pro receptione anguli basalis laminae tarsalis. Dens lateris exterioris compressus, brevis, obtusus, fere in medio situs. Carina inferior triplo circiter longior quam spatium, quo a basi internodii distat.

Carina laminae tarsalis fere $^3/_7$ longitudinis occupat, ante paullo descendit, apice marginem laminae longe non attingit.

Stemma valde simile stemmati *Amaurobii anopli*. Embolus minus longe discedit a bulbo: quum ab imo adspicitur pars tarsalis, spatium embolo et margini laminae tarsalis interiectum non aut non multo latius videtur quam embolus (in *Am. anoplo* aliquoties latius); conductor emboli similis, sed paries eius inferior (corneus) angustior et longior (0·65 mm longus, in parte latissimâ 0·16 latus, in *Am. anoplo* 0·55 longus, 0·19 latus), similem in modum sed insigniter minus curvatus; paries superior, qui in *Am. anoplo* membranaceus fere, paullo pellucidus est, et sinum fere tantum, quem format margo anticus parietis inferioris, atque partem quandam sinus alterius, in quem curvatus est margo posticus parietis eiusdem, replet, in *Amaurobio Gasperinii* pone marginem posticum parietis inferioris non aut vix conspicitur, sinum anteriorem autem non solum replet sed etiam insigniter ex eo egreditur, ita, ut pars sua, quae ab imo conspicitur, ante lineâ in angulum latum fractâ definita (neque lineâ rectâ fere ut in *A. anoplo*), insigniter latior sit quam paries inferior (0·21 mm lata; in *A. anoplo* angustior: ca 0·11 mm lata).

Oculorum diametri: ant. med. 0·19, ant. lat. 0·24 et 0·20, post. med. 0·19, post. lat. 0·23 et 0·18, oculorum intervalla: ant. med.

0·14, ant. lat. 0·13, post. med. 0·19, post. lat. 0·29 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·50, pone 0·56 lata, 0·55 longa. Clypeus sub oculo medio 0·32 altus.

Cephalothorax 6·0 mm longus, 4·1 latus, pars cephalica 2·7 lata. Mandibulae 2·7 longae, 2·5 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 4·3, | 2·0, | 3·7, | 4·0, | 2·4 (2·6), |
| II. | 4·2, | 2·0, | 3·1, | 3·8, | 2·2 (2·4), |
| III. | 4·0, | 1·9, | 2·7, | 3·9, | 2·0 (2·2), |
| IV. | 4·9, | 2·1, | 3·95, | 5·4, | 2·5 (2·7) mm longa. |

Species Dalmatina. Marem et feminam ad Spalato lecta communicavit mihi Cel. E. Simon; feminas aliquot legit Rev. Cattaneo ad urbem Zara, feminas et mares Cel. Dr. S. Zaręczny in insulâ Lussin prope Lussin Piccolo.

## 15. Amaurobius inermis L. Koch.

1855. *Amaurobius inermis* L. Koch, Korrespond.-Blatt zool.-min. Verein. Regensburg, v. 9, p. 161.
1868. *Coelotes inermis* Id., Abh. Ges. Nürnberg, v. 4, p. 33, f. 15, 16.
1870. — — Id., Beiträge z. Kenntn. d. Arachnidenfauna Galiziens, p. 7.
1875. — — E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 45.
1879. — — O. Herman, Ungarns Spinnenfauna, v. 3, p. 123, 352.
1884. — — Kulczyński, Rozpr. Akad. Kraków, v. 16, p. 341, 342, f. 57.
1896. — — Becker, Les Arachnides de Belgique, v. 3, p. 189, t. 13, f. 1.
1897. — — Chyzer et Kulczyński, Araneae Hungariae, v. 2, p. 157, 158, 161, t. 6, f. 16.
1902. — — Bösenberg, D. Spinnen Deutschlands, p. 222, f. 315.

Femina. (Fig. 2).

Epigyne in dimidio anteriore foveâ ornata profundâ, ca. 0·32—0·37 mm latâ, ante margine acuto lamelliformi, insigniter (fere in semicirculum) curvato optime, pone vero margine plerumque omnino obtuso mediocriter modo definitâ. A margine postico fundus foveae anteriora versus cito descendit. Fovea epigynae insigniter varians propter marginem posticum plus minusve impressum; a parte posticâ inferiore adspecta fovea modo transverse elliptica est, duplo circiter latior quam longior, modo aeque longa ac lata, triangularis apice anguste rotundato retro directo, basi fortiter recurvatâ. Margo foveae anticus in eius lateribus non sensim abit in marginem posticum, sed in eius superficie paullulo extenditur foras et retro; apices marginis huius a margine postico epigynae non aut non multo (ca. $^{1}/_{5}$) longius quam inter se distare videntur, quum ab

imo adspicitur epigyne. Spatium foveae et margini postico interiectum in longitudinem fortiter et paullo inaequabiliter convexum, nonnunquam in longitudinem late, plus minusve profunde sulcatum in parte anteriore, ceterum parum inaequale aut paullo pone medium (non procul ab apicibus dentium) foveis ornatum duabus, coniunctim spatium circiter duplo angustius quam fovea antica occupantibus, plerumque sulciformibus, fortiter incurvatis, rarius rotundatis et extrinsecus melius quam intus definitis. Dentes lateribus epigynae innati pone foveam, retro et intus directi, basi externâ inter se 0·65 – 0·73 mm, apice ca. 0·30—0·40 remoti, prope basim ca. 0·08—0·09 lati, ca. 0·24 longi, elongato triangulares, apice plus minusve obtusi.

Diametri oculorum (exempli staturâ magnâ et exempli minimi, quod vidi; ad hoc pertinent moduli uncinis inclusi): ant. med. 0·17 (0·13), ant. lat. 0·22 et 0·18 (0·16 et 0·13), post. med. 0·18 (0·14), post. lat. 0·195 et 0·18 (0·145 et 0·13), intervalla oculorum: ant. med. 0·14 (0·11), ant. lat. 0·11 (0·10), post. med. 0·21 (0·17), post. lat. 0·29 (0·24) mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·47 (0·35), pone 0·55 (0·43) lata, 0·50 (0·39) longa. Clypeus sub oculis mediis 0·32 (0·21) altus.

Eorundem exemplorum cephalothorax 5·4 et 4·1 mm longus, 3·4 et 2·6 latus, pars cephalica 2·7 et 2·0 lata. Mandibulae 3·4 et 1·8 longae, 3·0 et 2·0 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·2, | 1·55, | 2·4, | 2·6, | 1·55, |
| II. | 2·9, | 1·5, | 1·95, | 2·4, | 1·45, |
| III. | 2·6, | 1·3, | 1·6, | 2·4, | 1·4, |
| IV. | 3·3, | 1·5, | 2·6, | 3·4, | 1·7. |
| I. | 2·5, | 1·2, | 1·9, | 2·0, | 1·25, |
| II. | 2·3, | 1·55, | 1·55, | 1·85, | 1·2, |
| III. | 2·1, | 1·5, | 1·4, | 1·85, | 1·1, |
| IV. | 2·8, | 1·2, | 2·2, | 2·8, | 1·35 mm longa. |

Mas. (Fig. 59).

Pars patellaris palporum circiter dimidio longior quam latior, paullo pone medium latissima, basim et apicem versus leviter — in latere exteriore fortius — angustata, apice utrimque oblique truncata, margine apicali itaque in angulum fracto quam rectus multo maiorem; dorsum in parte apicali exteriore leviter retusum; margo apicalis in latere exteriore superiore neque tuberculo neque angulo ullo instructus.

Pars tibialis desuper visa in latere interiore aeque longa, in latere exteriore $^1/_3$ brevior quam pars patellaris supra in lineâ medianâ longa, basi dimidio angustior, prope medium vix angustior quam pars patellaris, latere interiore modice et inaequabiliter arcuato, exteriore usque ad apicem carinae inferioris subrecto; dorsum basi exceptâ modice in longitudinem convexum. Carina inferior duplo fere longior quam spatium, quo a basi partis patellaris distat.

Carina laminae tarsalis circiter $^1/_3$ longitudinis occupat, margini laminae subparallela est.

Embolus in latere exteriore prope basim stemmatis initium capit, a bulbo nusquam evidentius descedit. Carinula stemmatis pone in dentem liberum non producta. Conductoris emboli pars basalis circiter tertia anteriora versus fere directa, aeque circiter lata ac longa; reliquae eius partes $^2/_3$ falcem formant foras directam, leviter recurvatam, 0·4—0·5 longam, triplo circiter longiorem quam latiorem, longe et parum inaequabiliter attenuatam; paries inferior, qui falcis ab imo adspectae partem maximam occupat, corneus, a basi medium versus paullulo dilatatus est, tum apicem versus fortius angustatus; prope medium paries inferior carinulâ acutâ ornatur in margine antico initium capienti, ultra marginem hunc dentis parvi instar plus minusve prominenti, foras et retro directâ, foras curvatâ, parum longâ. Parietis superioris margo non latus, membranaceus fere, falcem in latere antico basali dimidio aut paullo maiore cingit.

Oculorum diametri: ant. med. 0·14, ant. lat. 0·18 et 0·13, post. med. 0·13, post. lat. 0·135 et 0·12, oculorum intervalla: ant. med. 0·10, ant. lat. 0·065, post. med. 0·14, post. lat. 0·26 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·31, pone 0·39 lata, 0·37 longa. Clypeus sub oculo medio 0·19 altus.

Cephalothorax 3·7 mm longus, 2·3 latus, pars cephalica 1·6 lata. Mandibulae 1·6 longae, 1·6 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 2·6, | 1·15, | 2·15, | 2·4, | 1·45 (1·6), |
| II. | 2·5, | 1·1, | 1·75, | 2·2, | 1·3 (1·5), |
| III. | 2·2, | 1·05, | 1·45, | 2·2, | 1·2 (1·35), |
| IV. | 2·8, | 1·15, | 2·3, | 3·05, | 1·45 (1·6) mm longa. |

Speciei huius exempla possideo aut vidi: in Belgiâ [1]), Galliâ [2]),

[1]) Becker 1896 l. c. et Ann. Soc. ent. Belgique 1880, p. CLXXXVIII.

[2]) E. Simon 1875 l. c.; Lancelévée, Arachnides recueillis aux environs d'Elbeuf, p. 44.

Magno Ducatu Badensi [1]), Austriâ Inferiore [2]), Silesiâ Austriacâ, Galiciâ [3]), Hungariâ et Croatiâ lecta. Occurrere ea praeterea dicitur in Provinciâ Borussicâ Rhenanâ [4]), Ducatu Nassoviensi [5]), Helvetiâ [6]), Tiroliâ [7]), Bavariâ [8]), Bohemiâ et Moraviâ [9]), Silesiâ Borussica [10]), Crnagora [11]).

## 16. Amaurobius falciger (Kulcz).

1879. *Coelotes roscidus* O. Herman, Ungarns Spinnenfauna, v. 3, p. 124, 353.
1897. — *falciger* Chyzer et Kulczyński, Araneae Hungariae, v. 2, p. 157, 158, 161, t. 6, f. 12.

Femina. (Fig. 8).

Margo anticus foveae, quâ epigyne ornatur, lamelliformis, acutus, apices eius tamen cum margine postico, qui crassus et valde obtusus est, confusi. Dentes lateribus epigynae pone foveam innati, basi externâ ca. 0·85 mm, apicibus 0·35—0·39 inter se distantes, basi 0·14—0·16 lati, ca. 0·24 longi, apice in latere postico rotundato aut recte truncati. Ceterum inspiciatur descriptio epigynae, quam protuli in „Araneae Hungariae" l. c.

Diametri oculorum: ant. med. 0·21, ant. lat. 0·30 et 0·195, post. med. 0·22, post. lat. 0·225 et 0·20, intervalla oculorum: ant. med. 0·13, ant. lat. 0·145, post. med. 0·25, post. lat. 0·31 mm longa. Area oculorum ante 0·52, pone 0·68 lata, 0·66 longa. Clypeus sub oculo medio 0·39 altus.

[1]) Bösenberg, 1902 l. c.

[2]) L. Koch 1868 l. c.

[3]) L. Koch 1868 l. c., 1870 l. c.

[4]) Bertkau, Verh. Ver. Rheinland, v. 37, p. 294; Bösenberg ibid. v. 56, p. 91, Die Spinnen Deutschlands, p. 223.

[5]) Förster & Bertkau, Verh. Ver. Rheinland, v. 40, p. 267; Bösenberg 1902 l. c.

[6]) Müller & Schenkel, Verh. Ges. Basel, v. 10, p. 749; E. Simon, Rev. Suisse Zool., v. 5, p. 104; R. de Lessert, ibid. v. 12, p. 408.

[7]) L. Koch, Abh. Ges. Nürnberg, v. 4, p. 36; Id., Zeitsch. Ferd. Tirol, ser. 3, fasc. 20, p. 247; Dalla Torre, Ber. Ver. Innsbruck, v. 12, p. 68.

[8]) L. Koch, Abh. Ges. Nürnberg, v. 4, p. 36, ibid. v. 6, p. 145; Bösenberg 1902 l. c.

[9]) A. Nosek, Věstník česke společn. náuk, 1895, p. 29.

[10]) Lebert, Verzeichniss schlesicher Spinnen 1875, p. 35; Fickert, Zeitschr. ent. Breslau 1876, p. 59; Bösenberg 1902 l. c.

[11]) L. Koch, Abh. Ges. Nürnberg, v. 4. p. 36.

Mas. (Fig. 41).

Pars patellaris palporum dorso in parte anticâ exteriore leviter retuso (minus quam in *Amaurobio Gasperinii* et *A. anoplo*). Carina laminae tarsalis apice cum eius margine fere coniuncta. Carinula stemmatis pone in angulum liberum non producta.

Oculorum diametri: ant. med. 0·16, ant. lat. 0·24 et 0·19, post. med. 0·195, post. lat. 0·21 et 0·195, intervalla oculorum: ant. med. 0·135, ant. lat. 0·095, post. med. 0·17, post. lat. 0·27 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·44, pone 0·55 lata, 0·55 longa. Clypeus sub oculo medio 0·35 altus.

Ceterum inspiciatur descriptio in „Araneae Hungariae" prolata.

Montes Carpaticos Transsilvaniae et Banatus incolit haec species.

Nota. Si moduli oculorum supra prolati comparabuntur cum descriptione oculorum *Amaurobii falcigeri* in „Araneae Hungariae", elucebit, magnitudinem et imprimis situm oculorum characterem esse non solum mutabilem sed etiam non parum ambiguum. Eidem oculi antici medii feminae ex. gr. ne radio quidem aut plus quam radio inter se remoti describi possunt, prout eorum intervallum cum „corneâ" aut cum „corpore vitreo" comparatur. — Quum itaque oculi aranearum describuntur, necesse videtur indicare, utrum eorum cornea an corpus vitreum dicatur; alioquin dubius relinquitur, qui e descriptione speciem recognoscere vult. Equidem in descriptionibus aranearum omnibus, quas priore tempore protuli, corneam, neque corpus vitreum oculorum taxare conatus sum; quod difficultate quadam obstructum esse, notavi supra in prooemio.

### 17. **Amaurobius anoplus** (Kulcz.).

1897. *Coelotes anoplus* Chyzer et Kulczyński, Araneae Hungariae, v. 2, p. 158, 162, t. 6, f. 17.

Femina. (Fig. 5).

Margo anticus foveae, quâ epigyne ornatur, similis atque in *Amaurobio falcigero*. Dentes lateribus epigynae longe pone foveam innati, basi externâ ca. 0·7 mm, apicibus ca. 0·4 inter se distantes, ca. 0·1 lati, 0·2 longi, apice saepe acuti.

Oculorum diametri: ant. med. 0·19, ant. lat. 0·27 et 0·18, post. med. 0·19, post. lat. 0·225 et 0·21, oculorum intervalla: ant. med. 0·155, ant. lat. 0·14, post. med. 0·21, post. lat. 0·29 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·53, pone 0·58 lata, 0·53 longa. Clypeus sub oculo medio 0·34 altus.

Mas. (Fig. 42).

Etiam in hac specie dorsum partis patellaris palporum retusum est in parte anticâ exteriore, similem in modum sed minus quam in *Amaurobio Gasperinii.* Carina laminae tarsalis apice spatio sat parvo a margine laminae remota. Carinula stemmatis pone in angulum liberum non producta

Oculorum diametri: ant. med. 0·18, ant. lat. 0·24 et 0·18, post. med. 0·18. post. lat. 0·21 et 0·18, intervalla oculorum: ant. med. 0·14, ant. lat. 0·14, post. med. 0·23, post. lat. 0·35 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·47, pone 0·57 lata, 0·55 longa. Clypeus sub oculo medio 0·32 altus.

Ceterum inspiciatur descriptio in „Araneae Hungariae" et conferatur nota supra sub *Amaurobio falcigero* prolata.

Habitat haec species in Croatiâ Adriaticâ.

### 18. Amaurobius Karlińskii n. sp.

Femina. (Fig. 3).

*Oculorum* series posterior desuper visa paullulo procurva aut recta, series anterior modice procurva marginibus superioribus oculorum lineam leviter procurvam designantibus. Diametri oculorum (duorum exemplorum): ant. med. 0·195 (0·18), ant. lat. 0·24 et 0·21 (0·225 et 0·195), post. med. 0·21 (0·195). post lat. 0·21 et 0·195 (0·225 et 0·185), intervalla oculorum: ant. med. 0·13 (0·16), ant. lat. 0·145 (0·145), post. med. 0·185 (0·225), post. lat. 0·31 (0·31), spatium oculo laterali antico et postico interiectum 0·08 (0·095) mm longum. Area oculorum mediorum ante 0·485 (0·45), pone 0·60 (0·61) lata, 0·57 (0·57) longa. Clypeus sub oculo medio 0·32 (0·32) altus. *Mandibulae* ad sulcum unguicularem ante et pone dentibus tribus, rarissime quatuor aut duobus, instructae. *Pedum* armatura ut in *Amaurobiis* aliis paullo mutabilis; femora I et II supra aculeis 1.1, ante ad apicem 1, raro 2, III supra 1.1, ante 1.1, raro 1.1.1, pone 1 aut 0, IV supra 1.1, ad apicem pone 1 aut 0 et ante rarissime 1 armata; patellae anteriores inermes, III in latere antico, IV in postico aculeo 1 instructae; tibiae I subter aculeis 2.2.2, II subter 2.2.2, rarius 1.2.2 (rarissime etiam in latere antico aculeis 1.1), III (praeter setas crassiores duas supra sitas) subter aculeis 2.2.2, in latere antico 1 aut 1.1, in postico 1.1, IV subter 2.2.2 et in latere utroque 1.1; metatarsi I et II subter 2.2.3, in latere antico 1 aut 0, III, praeter acu-

leos ad apicem sitos, subter 2.2, ante 1.2, pone 1.1, IV pone 1.2, ceterum ut III aculeati. *Epigyne* male definita, in exemplis maioribus ca. 1·3 mm lata, 0·8—1·0 longa, in universum modice convexa et mediocriter inaequalis, foveâ ornata profundâ, 0·40—0·45 latâ, ca. 0·15 longâ, ante margine aequabiliter et insigniter recurvato, complanato, acutiusculo, pone margine recto fere aut paullo procurvo, crasso obtuso definitâ, a margine postico epigynae circiter latitudine suâ remotâ. Spatium foveae et margini postico interiectum in longitudinem insigniter et parum inaequabiliter convexum, in transversum modice convexum, utrimque sulco vadoso, modice incurvato, pone evanescenti definitum, saepe foveolis ornatum duabus, formâ et situ variantibus. Dentes in lateribus foveae epigynae innati, modo paullo ante angulos foveae, modo ad eos ipsos, retro et intus directi, basi 0·095—0·13 lati, 0·19—0·27 longi, triangulares, apice modo anguste rotundato aut breviter truncato, modo acuto, basi externâ inter se 0·68—0·75, apice 0·25—0·32 remoti. In exemplo minimo, quod vidi, epigyne 1·0 lata est, 0·65 longa, eius fovea 0·29 lata, 0·095 longa, dentes basi 0·11 lati, 0·24 longi, basi externâ 0·55, apice 0·26 remoti. Epigyne fulva, spatio foveae et margini postico interiecto plerumque albido, sulcis aut etiam partibus vicinis spatii medii diffuse nigricantibus, quae maculae inter se non contingunt et marginem posticum epigynae plerumque non attingunt.

Exempli nostri maximi et minimi cephalothorax 5·9 et 4·6 mm longus, 3·8 et 2·9 latus, pars cephalica 3·0 et 2·3 lata, mandibulae 3·0 et 2·2 longae, 3·0 et 2·3 latae, abdomen (post partum) 6·0 et 4·6 longum, 3·7 et 3·0 latum, pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3·8, | 1·8, | 2·7, | 3·05, | 1·85, |
| II. | 3·4, | 1·75, | 2·2, | 2·85, | 1·65, |
| III. | 3·2, | 1·7, | 1·95, | 2·9, | 1·5, |
| IV. | 4·0, | 1·8, | 3·05, | 3·95, | 1·95, |
| I. | 2·9, | 1·35, | 2·2, | 2·3, | 1·4, |
| II. | 2·7, | 1·35, | 1·8, | 2·15, | 1·3, |
| III. | 2·4, | 1·3. | 1·5, | 2·2, | 1·2, |
| IV. | 3·2, | 1·4, | 2·5, | 3·1, | 1·45 mm longa. |

Color similis atque *Amaurobii terrestris;* abdomen dilute fulvum, fuligineo aut umbrino dense inaequabiliter ita maculatum, ut restent pallidae in dorsi parte mediâ et posteriore maculae oblongae obliquae, per paria dispositae aut — mamillas versus — anguli apice anteriora versus directi; secundum lineam medianam ornatur dor-

sum vittâ lanceolatâ fuligineâ, diffusâ, intus nonnunquam pallidiore, et inter hanc vittam et mamillas serie mediocriter expressâ aut obsoletâ macularum umbrinarum, triangularium aut rotundatarum, e lineolis et punctis densius conflatis constantium.

Mas ignotus.

Feminas paucas legit Cel. Dr. I. Karliński in Bosniâ et in Hercegovinâ (Metrovać, Foča, Ulog, Rodovina, Čelebić, Hum, Vitine).

### 19. Amaurobius longispina (Kulcz.).

1897. *Coelotes longispina* Chyzer et Kulczyński, Araneae Hungariae, v. 2, p. 157, 158, 326, t. 6, f. 13,

1898. — — Kulczyński, Rozpr. Akad. Kraków, v. 36, p. 38.

Femina. (Fig. 16).

Diametri oculorum: ant. med. 0·17, ant. lat. 0·21 et 0·16, post. med. 0·16, post. lat. 0·195 et 0·15, intervalla oculorum: ant. med. 0·10, ant. lat. 0·13, post. med. 0·16, post. lat. 0·29 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·42, pone 0·47 lata, 0·47 longa. Clypeus sub oculo medio 0·31 altus.

Mas. (Fig. 39, 55).

Carina partis tibialis palporum subter sita paullo plus triplo longior quam spatium, quo a basi internodii distat. Carina laminae tarsalis circiter $^3/_7$ longitudinis occupat, deorsum curvata apice fere marginem laminae attingit. Carinula stemmatis pone in dentem liberum non producta.

Oculorum diametri: ant. med. 0·16, ant. lat. 0·19 et 0·16, post. med. 0·15, post. lat 0·18 et 0·145, intervalla oculorum: ant. med. 0·08, ant. lat. 0·06, post med. 0·14, post. lat. 0·20 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·37, pone 0·42 lata, 0·40 longa. Clypeus sub oculo medio 0·24 altus.

Ceterum inspiciatur descriptio in „Araneae Hungariae“.

Hungariam et Austriam Inferiorem incolit *Amaurobius longispina*.

### 20. Amaurobius Munieri (E. Sim.).

1880. *Coelotes Munieri* E. Simon, Bull. Soc. ent. France, n. 4, p. 47.

Femina (verisimillime huius speciei). (Fig. 23).

Epigyne ante et in lateribus parum definita, ca. 0·65 mm longa, 0·75 lata, in parte anteriore tubere ornata deplanato, albo, a margine antico ca. 0·1 mm remoto, 0·32 longo, parum latiore quam

longiore, pone et in lateribus sulco acuto optime, ante verum mediocriter modo definito, rotundato, ante in medio acute et profunde exciso. Pars posterior epigynae, in lineâ medianâ 0·24 longa, in longitudinem fortiter et inaequabiliter. in transversum leviter convexa; pars eius media, ca. 0·53 lata, utrimque serie punctorum impressorum finita. glabra, sulcis duobus incurvatis, ca. 0·24 mm inter se remotis, diffusis, neque anticum neque posticum marginem attingentibus (certo non constantibus) ornata; partes laterales pilosae. Dentes parti anticae epigynae innati ad marginem anticum tuberis supra dicti, basi inter se 0·26 mm remoti, retro directi, incurvati, basi 0·08 lati, 0·40 longi, leviter angustati, apice acuminati. — Alius exempli epigyne 0·6 longa, 0·65 lata, dentes basi 0·08 lati, 0·35 longi, apice late truncati, apicem versus fortius incurvati, basi 0·24, apice 0·16 inter se distantes.

Oculorum diametri: ant. med. 0·13, ant. lat. 0·18 et 0·14, post. med. 0·135, post. lat. 0·16 et 0·13, oculorum intervalla: ant. med. 0·9, ant. lat. 0·11, post. med. 0·16, post lat. 0·24 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·34, pone 0·43 lata, 0·42 longa. Clypeus sub oculo medio 0·24 altus.

Cephalothorax 4·4 mm longus, 2·7 latus, pars cephalica 2·1 lata. Mandibulae 2·1 longae et latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 2·5, | 1·3. | 1·9. | 2·0. | 1·2. |
| II. | 2·3, | 1·25, | 1·55, | 1·75, | 1·1, |
| III. | 2·1, | 1·15, | 1·25, | 1·85, | 1·05, |
| IV. | 2·8, | 1·4, | 2·05, | 2·7, | 1·3 mm longa. |

Abdomen 4·7 longum.

Exempla nostra manifesto nuper adulta; alterum eorum in abdomine dilute fulvo, supra dense, in lateribus disperse umbrimo punctato et maculato, picturam, quali *Amaurobii* ornari solent, e vittâ anticâ lanceolatâ obscurâ et ex angulis aliquot pallidis compositam, mediocriter expressam praebet; in altero exemplo, pallidius colorato, anguli pallidi, exceptis duobus posticis, maximam partem inter se confusi et indistincti sunt.

Mas. (Fig. 24, 27, 40).

Palporum pars patellaris desuper visa in latere exteriore a basi suâ usque ad apicem processus sat fortiter et fere aequabiliter dilatata (in parte apicali tantum levissime sinuata), in latere exteriore unâ cum processu 0·47 mm. in lineâ medianâ 0·39 longa, basi 0·21, cum procssu 0·39 lata, apice insigniter oblique truncata, margine

apicali — si dens superior processus negligitur — ab apice processus usque ad angulum apicalem interiorem parum modo inaequali. Processus desuper visus 0·9 latus, paullulo brevior quam latior, lateribus parallelis, apice in sinum angulatum exciso, in dentes duos breves triangulares, apice obtusiusculos, exteriorem interiore paullo longiorem, desinens; a parte tibiali processus patellaris desuper adspectus sinu rectangulo, angustiore, quam est ipse, distare videtur. A latere exteriore visus processus apice anteriora versus et deorsum directus, latere inferiore insigniter concavo et multo longiore quam latus superius, a basi adscendenti, in dimidio apicali descendenti; pars processus descendens 0·08 lata, subter 0·095, supra 0·065 longa, in dentes desinens duos insigniter inaequales, aeque circiter longos ac latos, superiorem triangularem, anteriora versus et sursum directum, inferiorem insigniter maiorem, latere inferiore paene recto, superiore rotundato.

Pars tibialis desuper visa in latere interiore 0·39, in exteriore 0·26 longa, in medio 0·29 lata, a basi medium versus utrimque modice dilatata, in dimidio apicali intus modice rotundato angustata, extrinsecus insigniter inaequalis; a latere visa dorso a basi fere insigniter adscendenti, in dimidio apicali fortiter convexo; in latere exteriore paullo pone medium dente ornatur pars tibialis fere transverse posito, obtuso, fere semirotundo. Carina inferior triplo saltem longior quam spatium, quo a basi partis tibialis distat. .

Carina laminae tarsalis ca. $^3/_7$ longitudinis occupat, in parte apicali marginem versus descendit, sed eum non attingit.

Stemma rebus plerisque simile stemmati *Amaurobii longispinae*; embolus in latere interiore pone basim initium capit. Conductor emboli peculiaris: ab imo visus elongato ovatus fere, latere exteriore fortius convexo, 0·4 longus, 0·2 latus, paullo magis anteriora versus quam foras directus, in transversum et in longitudinem leviter convexus, subtilissime paullo oblique striatus; apex conductoris, obtusus, sursum fortiter curvatus, non conspicitur in stemmate ab imo viso. Parietis superioris conductoris pars modo quaedam parva ultra latus interius parietis inferioris prominet.

Diametri oculorum: ant. med. 0·105, ant. lat. 0·16 et 0·12, post. med. 0·115, post. lat. 0·12 et 0·105, intervalla oculorum: ant. med. 0·065, ant. lat. 0·05, post med. 0·105, post. lat. 0·13 mm longa. Area oculorum mediorum ante 0·26, pone 0·32 lata, 0·31 longa. Clypeus sub oculo medio 0·16 altus.

Cephalothorax 3·0 mm longus, 2·0 latus, pars cephalica 1·3 lata. Mandibulae 1·35 longae, 1·3 latae. Pedum internodia:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 2·1, | 1·0, | 1·6, | 1·8, | 1·1, |
| II. | 1·9, | 0·95, | 1·3, | 1·6, | 1·0, |
| III. | 1·7, | 0·9, | 1·1, | 1·7, | 0·9, |
| IV. | 2·3, | 1·05(?), | 1·8, | 2·3, | 1·15 mm longa. |

Species Dalmatina. Marem ad Sebenico lectum communicavit mihi benigne Cel. E. Simon; feminas duas legit Cel. Dr. S. Zaręczny in insulâ Lussin prope Lussin piccolo.

## Index.



## Explicatio figurarum.

Tab. XIV.

Figurae: 1—9, 11, 12, 14—23 epigynas repraesentant ab imo visas, pilis omissis.

1. *Amaurobius obesus* (E. Sim.)
2. — *inermis* L. Koch.
3. — *Karlińskii* Kulcz.
4. — *pyrenaeus* (E. Sim.).
5. — *anoplus* (Kulcz.).

6. — *pastor* (E. Sim.).
7. — *Gasperinii* (E. Sim.).
8. — *falciger* (Kulcz.).
9. — *pastor* (E. Sim.).
10. — *pastor* (E. Sim ), epigyne a parte inferiore simulque paullo a parte posticâ visa.
11. — *pastor* (E. Sim.) *tirolensis* Kulcz.
12. — *pabulator* (E. Sim.).
13. — *pastor* (E. Sim.) *tirolensis* Kulcz., epigyne a parte inferiore simulque paullo a parte posticâ visa.
14. — *pabulator* (E. Sim.).
15. — *atropos* (Walck.).
16. — *longispina* (Kulcz.).
17. — *terrestris* (Wid.
18. — *mediocris* (Kulcz.).
19. — *dubius* Kulcz.
20. — *Poweri* (E. Sim.).
21. — *solitarius* (L. Koch), (E. Sim.).
22. — *atramentarius* (E. Sim.).
23. — *Munieri* (E. Sim.).
24. — *Munieri* (E. Sim.), pars tarsalis palpi sinistri maris (cum apice partis tibialis) ab imo visa.
25. — *obesus* (E. Sim.), stemma sinistrum (cum basi rostri tarsalis et apice partis tibialis) ab imo visum.
26. — *pyrenaeus* (E. Sim.), eadem pars.
27. — *Munieri* (E. Sim.), partes tarsalis, tibialis, patellaris palpi sinistri maris a latere exteriore visae.

Tab. XV.

Figurae: 28—43 partes repraesentant patellarem et tibialem (cum apice partis femoralis et basi partis tarsalis) palpi sinistri, directo desuper visas.

28. *Amaurobius atropos* (Walck.).
29. — *terrestris* (Wid.).
30. — *solitarius* (L. Koch), (E. Sim.).
31. — *pabulator* (E. Sim.), exemplum Helveticum.
32. — — — exemplum Gallicum.
33. — *pyrenaeus* (E. Sim.).
34. — *mediocris* (Kulcz.).
35. — *Pickardi* (O. Cambr.).
36. — *pastor* (E. Sim.) *typicus*.
37. — *obesus* (E. Sim.).
38. — *Leveillei* (E. Sim.).
39. — *longispina* (Kulcz.).
40. — *Munieri* (E. Sim.).
41. — *falciger* (Kulcz.).
42. — *anoplus* (Kulcz.).
43. — *Gasperinii* (E. Sim.).

Figurae 44—56 partes patellarem et tibialem (cum apice partis femoralis et basi partis tarsalis) palpi sinistri directo a latere exteriore visas repraesentant.

44. *Amaurobius solitarius* (L. Koch), (E. Sim.).
45. — *terrestris* (Wid.).
46. — *pabulator* (E. Sim.), exemplum Gallicum.
47. — — — exemplum Helveticum.
48. — *atropos* (Walck.).
49. — *mediocris* (Kulcz.).
50. — *Pickardi* (O. Cambr.).
51. — *pastor* (E. Sim.) *tirolensis* Kulcz.
52. — — — *typicus*.
53. — *obesus* (E. Sim.).
54. — *Leveillei* (E. Sim.).
55. — *longispina* (Kulcz.).
56. — *pyrenaeus* (E. Sim.).

Figurae 57—66 conductorum emboli sinistrum repraesentant ab imo visum.

57. *Amaurobius mediocris* (Kulcz.).
58. — *pastor* (E. Sim.) *typicus*.
59. — *inermis* L. Koch.
60. — *pabulator* (E. Sim.).
61. — *Pickardi* (O. Cambr.).
62. — *Gasperinii* (E. Sim.).
63. — *terrestris* (Wid.).
64. — *pastor* (E. Sim.) *tirolensis* Kulcz.
65. — *solitarius* (L. Koch), (E. Sim.).
66. — *atropos* (Walck.).
67. — *Leveillei* (E. Sim.), pars apicalis conductoris emboli sinistri et carinula stemmatis ab imo visae.
68. — *obesus* (E. Sim.), eaedem partes.

---

36. MM. N. CYBULSKI. m. t. et W. WEISSGLAS. **Oznaczenie pojemności nerwów.** ***(Über die Bestimmung der Kapazität der Nerven).*** (*Sur la capacité éléctrique des nerfs*).

Im 109. Bande des Pflüger'schen Archivs erschien eine Abhandlung von Professor L. Hermann unter dem Titel: „Beiträge zur Physiologie u. Physik des Nerven“.

Der Verfasser sucht in der genannten Abhandlung in erster Linie die elektrotonischen Ströme in den Nerven zu erklären. Neben manchen anderen Problemen, die Prof. Hermann aus dem Gebiete der Nerven-Physiologie in seiner Abhandlung berührt, legt er uns die Resultate seiner Experimente (Seite 130—133) über die Kapazitätsbestimmung der Nerven dar. Die Veranlassung zu diesen

Versuchen war hauptsächlich dadurch gegeben, daß der Verfasser, bisher Anhänger der Polarisationstheorie der elektrotonischen Ströme, sich gezwungen fühlte, diese aufzugeben und — wie er selbst sagt, „an Stelle der Polarisation die im Prinzip analoge Ladung von Kondensatoren zu verwenden".

Die Notwendigkeit dieser Anschauungsänderung hat Prof. Hermann hauptsächlich deswegen eingesehen, weil man nach dieser Theorie die Selbstinduktion in den Kernleitern in Betracht nehmen kann und im stande ist „so zu einem Modell der Erregungsleitung im Nerven zu gelangen".

Ich habe nicht die Absicht, an dieser Stelle zu erörtern, inwiefern diese neue Theorie die elektrotonischen Ströme oder die Leitung in den Nerven erklärt und inwieferne sie der früheren Theorie vorzuziehen ist.

Ich will nur meine Experimente vorführen, durch welche ich festzustellen beabsichtigte, ob überhaupt eine Nervenkapazität existiert und falls sie wirklich vorhanden ist, die Methode anzugeben, welche eine solche Feststellung rascher und mit größerer Genauigkeit, als es bei Prof. Hermann geschieht, ermöglichen würde.

Nach der Hypothese Prof. Hermanns, welche natürlich wie jede andere als mehr oder weniger begründet angesehen werden kann, bestünde der Nerv, wie es Verfasser auch in seiner Bemerkung auf Seite 127 besonders betont, aus einem Kern, worunter er den ganzen protoplasmatischen Inhalt des Nerven (also nicht nur den Achsenzylinder allein) versteht, und aus der Markscheide. Selbstverständlich muß man annehmen, daß Prof. Hermann dem protoplasmatischen Inhalt die Bedeutung des einen Belags, der Feuchtigkeit (resp. der dünnen Schichte der Flüssigkeit an der Oberfläche des Nerven) die Bedeutung des zweiten Belags, der Markscheide dagegen die Rolle des Dielektrikums des Kondensators zuschreibt.

Obzwar dieses Schema nur den pheripheren Marknerven und teilweise der weißen Gehirn- und Rückenmarksubstanz entspricht, wurden nichtsdestoweniger die Fortpflanzung der Erregungsleitung wie auch die elektrotonischen Ströme auch in Nerven, die keine Markscheide besitzen, ja sogar in nackten Achsenzylindern beobachtet; obzwar Prof. Hermann in seiner Abhandlung nicht erwähnt, wie man auf Grund seiner Hypothese die isolierte Fortpflanzung der Erregung nicht nur in einem Zylinder, sondern auch in den einzelnen Primitivfibrillen erklären kann, interessierte mich dennoch

die Frage, ob eben diesen typischen Nervenfasern, aus denen die peripheren Nerven bestehen, in Wirklichkeit irgend welche elektrische Kapazität eigen ist.

Auf Grund der Zahlen, die Prof. Hermann als Resultate seiner Experimente angibt, kann man durchaus nicht die Überzeugung gewinnen, daß dieselben überhaupt einen Ausdruck der Kapazität bilden.

Die Schwankungen in diesen Zahlen sind so groß, daß sie keineswegs der Ungenauigkeit der Methode (Anwendung des ballistischen Galvanometers und der Wheatstonschen Brücke) zur Last gelegt werden können.

So z. B. weisen zwei separat untersuchte Froschischiadici, der eine 0·30, der andere 0·998 Mikrofarad auf.

Zwei zusammen auf die Elektroden gelegten Ischiadici geben bei einer Streckenlänge von 14 mm 0·65 und 0·54 Mikrofarad.

Zwei ähnliche Nerven geben bei 4 mm Streckenlänge 0·62 Mikrofarad; drei Nerven bei letztgenannter Streckenlänge 0·4, dagegen vier Nerven bei 5 mm Streckenlänge 0·72 Mikrofarad.

Diese Schwankungen in den angeführten Zahlen wie auch der Umstand, daß sich zwischen diesen und der Stärke und Länge der Nerven keine Relativität finden läßt, berechtigt uns schon im vorhinein zu der Annahme, daß er hier nicht mit der elektrischen Kapazität der Nerven, sondern mit irgend einer anderen Erscheinung zu tun hatte.

Außerdem erschien es mir als unwahrscheinlich, daß ein so dünner Nerv auf der geringen Entfernung von einigen Millimetern die Kapazität beinahe eines ganzen Mikrofarads besitzen sollte.

Ein Mikrofarad ist nämlich in den physiologischen Experimenten eine zu große Maßeinheit, als daß sie bei anderen Experimenten übersehen werden könnte.

Trotz den von Prof. Hermann angeführten Zahlen war ich also schon bei Beginn meiner Experimente zu der Überzeugung gelangt, daß wenn sich überhaupt eine Nervenkapazität nachweisen ließe, diese allenfalls sehr gering sein müßte. Ebenso müßte das Isolationsvermögen des Dielektrikums, nämlich das der Markscheide, zwischen den Belägen (wenn dem Nerven überhaupt Eigenschaften eines Kondensators zukommen), kein vollkommenes sein, da es doch bekannt ist, daß ein elektrischer Strom den Achsenzylinder erreicht und daß bei Längs — querschnittverbindung ein Strom (Ruhestrom) in dem Nerven nachweisbar ist.

Diese Bedenken waren bei der Wahl der Methode zur Untersuchung der Nervenkapazität notwendig.

Glücklicherweise kennt die Physik eine erprobte Methode und zwar die von Prof. Nernst zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante [1]).

Diese Methode beruht bekanntlich auf dem Grundsatze der Wheatstonschen Brücke, bei welcher zwei Schenkel zwei gleiche Widerstände darstellen, nämlich zwei Glasröhren $a_1 - a_2$ mit Mannitlösung und Borsäure (180·0 gr. Mannit, 62·0 gr. Borsäure auf einen Liter Wasser, zwei Volumen dieser Lösung auf ein Volumen Wasser) gefüllt; die beiden anderen Schenkel dagegen bestehen aus zwei kleinen Kondensatoren: $c_1$ und $c_2$, deren Kapazität geändert werden kann, und aus zwei den Widerständen $a_1$, $a_2$ ähnlichen Widerständen, $b_1$ und $b_2$.

Vollständiges Gleichgewicht d. h. Stille im Telephone erhält man, wenn bei $a_1 = a_2$ nach der Einschaltung eines zu untersuchenden Kondensators $c_3$, $c_1 = c_2 + c_3$ und $b_1 = b_2$. Wenn der Kondensator, dessen Kapazität wir zu bestimmen beabsichtigen, ein Dielektrikum besitzt, welches ein besserer oder schlechterer Elektrizitätsleiter ist, so muß man zuerst den Ton im Telephone durch Widerstände abschwächen und, wenn die Stille im Telephone dadurch nicht mehr erreicht werden kann, den Rest des Tones beseitigen und zwar durch Herausschieben der entsprechenden Kondensatorplatte.

Sollte das von mir untersuchte Objekt, welchem ich die Eigenschaften eines Kondensators zuschreibe, solche Eigenschaften nicht besitzen d. h. sollte sich keine Kapazität nachweisen lassen, so muß in diesem Falle vollständige Stille nur durch Ausgleichung der Widerstände allein erreicht werden.

Da es sich mir nicht bloß um Feststellung des Umstandes handelte, ob der Nerv eine Kapazität besitzt, sondern da ich sie gleichzeitig in Mikrofaraden ausdrücken und die Widerstände in den Nerven bestimmen wollte, kalibrierte ich den Nernstschen Apparat vor dem Beginn der Experimente aus, d. h. ich bezeichnete, welcher Kapazität in Längeeinheiten beide Kondensatoren des Apparates entsprechen.

Gleichzeitig bezeichnete ich auch den Widerstand der beiden Glasröhren $b_1$ und $b_2$ auf der Distanz eines Millimeters.

[1]) Zs. für phys. Ch. 14, 622. 1894.

Dieser Widerstand beträgt in dem in meinem Institute verwendeten Apparate durchschnittlich:

$b_1$ auf 1 mm. 733·7 Ohm.
$b_2$ „ „ „ 735·12 Ohm.

Da die Glasröhren nicht überall gleichen Durchmesser besitzen, so konte man voraussehen, daß der Widerstand an verschiedenen Stellen verschieden sein wird; deswegen habe ich auch den Widerstand an den einzelnen Abschnitten der entsprechenden Glasröhren gemessen. Diese Widerstände waren in unserem Apparate folgende:

| | $b_1$ | $b_2$ |
|---|---|---|
| bis auf 0 | 5400 | 5592 |
| von 0—1 cm. | 7284 | 6876 |
| „ 1—2 „ | 6596 | 7332 |
| „ 2—3 „ | 8320 | 6680 |
| „ 3—4 „ | 6800 | 8392 |
| „ 4—5 „ | 7680 | 7476 |

Beide Kondensatoren habe ich mittels des kreisförmigen Plattenkondensators von Kohlrausch auskalibriert. Da der Radius der kreisförmigen Kondensatorplatte = 10 cm., dagegen die Entfernung der Kondensatorplatten voneinander $3^1/_2$ mm betrug, — (die obere Platte ruhte auf drei kleinen, $3^1/_2$ mm hohen, auf der unteren Platte angebrachten Kautschuk- oder Paraffinprismen —) so ergab sich nach der Formel von Kohlrausch eine Kapazität: 0·00007881 Mikrofarad, also beinahe $8.10^{-5}$ Mikrf.

Den oberwähnten Kondensator verbanden wir abwechselnd mit $C_1$ und $C_2$ und schoben die Glasplatten des entsprechenden Kondensators bis zur Erreichung der vollständigen Stille im Telephone heraus.

Durchschnittszahlen, die wir an verschiedenen Tagen erhielten, waren folgende:

| bei Verbindung mit | $C_1$ | oder $C_2$ |
|---|---|---|
| mußte man die Kondensatorplatte herausschieben auf | 1) 71 mm | 87 mm |
| | 2) 65·5 „ | 82 „ |
| | 3) 78 „ | 80 „ |
| | 4) 70·5 „ | 81·7 „ |
| Durchschnittszahl: | 71·25 mm. | 82·4 mm. |

Da die Kapazität des Kohlrausch'schen Kondensators $8.10^{-5}$ Mikrofarad betrug, so waren 10 mm der herausgeschobenen Kondensatorplatte $C_2$ $1.10^{-5}$ Mikrofarad, dagegen $C_1$ $11.10^{-6}$ Mkfr. gleich.

Sodann suchte ich zu bestimmen, inwieferne regelmäßig die Kapazitätszahlen des Kondensators im Nernstschen Apparate beim Herausschieben der Kondensatorplatte wachsen. Zu diesem Zwecke bedienten wir uns eines kleinen Bechers, der einen Bestandteil des Nernst'schen Apparates bildet und zur Bestimmung der Dielektrizitäts-Konstante verschiedener Flüssigkeiten dient. Solche Kalibrierungen wiederholten wir einigemal, immer mit dem gleichen Resultate.

Vollständige Stille erhielten wir im Apparate ohne Becher bei folgender Einstellung:

| | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ | Kapazitäts-Änderung in Millimetern | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 37 mm | 31 mm | 0 mm | 32 mm | | |
| Nach Hinzufügung des Bechers | | | | | $c_2$ | $c_1$ |
| zu $c_2$ | „ | „ | 27 | „ | 27 | |
| „ $c_1$ | 61 | „ | „ | „ | | 24 |
| „ $c_2$ | „ | „ | 56 | „ | 29 | |
| „ $c_1$ | 88 | „ | „ | „ | | 27 |
| „ $c_2$ | „ | „ | 84 | „ | 28 | |
| „ $c_1$ | 114 | „ | „ | „ | | 26 |
| „ $c_2$ | „ | „ | 118 | „ | 24 | |

Hier sehen wir also, daß, wenn der Becher dem einen oder dem anderen Kondensator hinzugefügt wurde, wir

$C_2$ auf 27, 29, 28, 24
$C_1$ „ 24, 27, 26 mm.

herausschieben mußten. Die Kapazität war also ungefähr gleich auf gleichen Abschnitten, speziell auf der Strecke von 1—80 mm.

Auf Grund dieser einleitenden Experimente gelangte ich zur Überzeugung, daß die Nervenkapazität sich nicht nur mit Hilfe des erwähnten Apparates feststellen läßt, sondern daß man die Kapazität direkt in Mikrofaraden ausdrücken kann, selbstverständlich insofern sie über das Maximum der Kapazität des Kondensators

im Nernstschen Apparate nicht hinausgeht. Bei der Untersuchung des Nerven mußte man diesen selbstverständlich an derselben Stelle und auf dieselbe Weise einschalten, wie wir es mit dem Nernstschen Becher oder mit dem Kondensator von Kohlrausch getan haben.

Man mußte sich dabei natürlich der gewöhnlichen unpolarisierbaren Elektroden bedienen.

Die unpolarisierbaren Elektroden, die in meinem Institute seit jeher angewendet werden und sich als sehr praktisch erwiesen haben, bestehen aus einer Glasröhre, die beweglich an einem Stativ angebracht ist und deren untere Öffnung einen doppelten Verschluß besitzt; dieser besteht aus 2—3 mm dicker Tonerdeschichte, welche mit konzentrierter Zinksulphatlösung versetzt ist, und aus einem mit Kochsalzlösung $^1/_{10}$ N getränkten Birkenpilzpfropfen (vgl. die Abh. von Prof. Beck) [1]).

Die Glasröhre wird gewöhnlich mit Zinksulphat gefüllt, in welches man ein chemisch rein amalgamiertes Zinkstäbchen eintaucht.

Diese Elektroden haben den Vorzug, daß sie ziemlich konstant sind und sich dem zu untersuchenden Objekte sehr genau anpassen lassen. Mittels dieser Elektroden mußte man also den Nerven mit dem Apparate verbinden. In erster Linie konstatierten wir, daß durch Verbindung beider einander nicht berührenden Elektroden mit dem Apparate (anstatt mit dem Becher) keine Veränderung verursacht wird.

Wenn aber die Elektroden einander berührten, so entstand im Telephon ein lauter Schall, der durch Widerstände nicht aufgehoben werden konnte.

Die Schwierigkeit, das Gleichgewicht zu erreichen, lag vor allem in dem verhältnismäßig geringen Widerstand der Elektroden.

Um also den Widerstand zu vergrößern, schalteten wir in den Schließungskreis der Elektroden einen akzessoriellen Widerstand in der Form einer mit Mannitlösung gefüllten Glasröhre ein.

Diesen Widerstand konnte man mit Hilfe der Platindrähtchen, die in der Glasröhre eingetaucht waren, nach Belieben verringern oder vergrößern. — Die Untersuchung der Elektroden nach Einschal-

[1]) A. Beck: Die elektrischen Erscheinungen der Gehirnrinde nach ihrer teilweisen Vernichtung. Beitrag zur Lokalisation der Schmerzempfindung. Rozprawy wydz. matem.-przyr. Akad. umiej. w Krakowie. T. XLV. Serya B. Str. 325.

tung dieses neuen Widerstandes ergab folgende Resultate, welche wir als Beispiel anführen:

| | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| Im Nernstschen Apparate herrscht Stille bei folgender Einstellung . . . | 35 | 31 | 0 | 32 |
| Nach Einschaltung einander berührender Elektroden. Die Elektroden verbunden mit $c_2$. Hinzugefügter Widerstand 10 cm | Vollständiges Gleichgewicht (Stille) erhalten durch Widerstände. | | | |
| „ 5 cm | detto | | | |
| „ 3 cm | a) | 16 | 46 | |
| | b) | 16 | 45 | |
| | c) | 16 | 42·5 | |
| Elektroden verbunden mit $c_1$ | 78 — 35 = 43. | | | |
| Widerstand 4 cm. Verbunden mit $c_2$ | Mittels der Widerstände kann man kein Gleichgewicht erreichen. Kapazität in Millimetern = 20. | | | |

Solche Versuche wiederholten wir einigemal immer mit gleichem Erfolge.

Die oben angeführten Versuche mit den Elektroden bei hinzugefügtem Widerstand beweisen, daß die Existenz einer Kapazität in den Elektroden von dem Widerstande, also von der Intensität des Stromes abhängig ist.

Die entstehende Potential-Differenz, auf welche die Existenz einer Kapazität hingewiesen hat, war in diesem Falle höchst wahrscheinlich nur von der Polarisation abhängig, sogar in den unpolarisierbaren Elektroden.

Wir hatten also in diesem Falle nicht mit einer Erscheinung der wirklichen Kapazität, sondern, so zu sagen, mit einer **Pseudo-Kapazität** zu tun, die von der Stromintensität abhängig war.

Wirklich unterlag es keinem Zweifel, daß diese Erscheinung von der Stromstärke abhängt, denn gleichzeitig mit Vergrößerung des Widerstandes verringerte sich diese scheinbare Kapazität bis sie bei 5 cm vollständig verschwand.

Es ist indessen möglich, daß auch in diesem Falle eine verschwindend geringe Kapazität eben wegen der geringen Polarisation dennoch vorhanden war und daß sie sich nur wegen der zu geringen Empfindlichkeit des Apparats nicht nachweisen ließ.

Da ich mich überzeugen wollte, ob die Kapazität, deren Vorhandensein wir bereits früher nachgewiesen haben, wirklich von der Polarisation abhängig ist, machte ich einen Versuch mit einem kleinen, einfachen Voltameter.

Zu diesem Zwecke verwendete ich zwei 4 cm lange, und 5 mm breite, an einem kreisförmigen Kautschukdeckel senkrecht in einer Entfernung von 2 cm voneinander angebrachte Platinplättchen, welche in schwache Schwefelsäurelösung eingetaucht waren.

Als diese Plättchen mit dem Nernstschen Apparat anstatt mit dem Kondensator in Verbindung gebracht wurden, suchte ich zu bestimmen, ob unter denselben Bedingungen, unter welchen die Elektroden untersucht worden waren, sich irgendwelche Kapazität nachweisen ließe. Da man nach unmittelbarer Einschaltung des so einfach improvisierten Voltameters keine Stille im Telephone wegen des allzugeringen Widerstandes im Voltameter erhalten konnte, schaltete ich die Platinplättchen auf dieselbe Weise wie die Elektroden ein, d. h. ich fügte denselben akzessoriellen Widerstand in den Schließungskreis hinzu.

Das Resultat bei diesem Verfahren war folgendes:

Einstellung des Apparates behufs Erreichung des Gleichgewichts:

| | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| | 40 | 33 | 0 | 31 |
| Die Platinplättchen verbunden mit $c_2$. Schwefelsäurelösung $^1/_{100}$ N. | | | | |
| 1) Hinzugefügter Widerstand-5 cm | | 24 | 0 | |
| 2) Widerstand 4 cm | | 22 | 27 | |
| 3) Widerstand 2 cm | | 14 | 52 | |
| 4) Widerstand 1 cm | Weder mittels der Widerstände des Apparates noch mittels der Kondensatoren ist Gleichgewicht zu erhalten. | | | |

Ich führe noch ein an einem anderen Tage ausgeführtes Experiment an:

Einstellung des Apparates behufs Erreichung des Gleichsgewichts:

| | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| | 46 | 49 | 0 | 43·7 |

Verbindung mit $c_2$. Schwefelsäurelösung $^1/_{200}$ N.

Hinzugefügter Widerstand:

| | |
|---|---|
| 4 cm | ausgeglichen mittels der Widerstände |
| 3 cm | nochmals ausgeglichen mittels der Widerstände |
| 2 cm | 28 30 |
| 1 cm | 12 75 |

Wir sehen also, daß die in Schwefelsäure eingetauchten Platinplättchen eine ganz analoge Erscheinung ergeben: wenn durch den Schließungskreis, welcher die Plättchen mit dem Apparate verbindet, ein schwacher Strom geht, können wir Stille im Telephone durch Ausgleichung mittels der Widerstände erreichen. In dem Maße, wie der Widerstand im Schließungskreise sich verringert und der Strom somit wächst, wird Ausgleichung mittels der Widerstände unmöglich und man muß sich eines Kondensators bedienen. Die Platinplättchen beginnen eine gewisse Kapazität aufzuweisen, die umso größer wird, je kleiner der eingeschaltete Widerstand ist. Ich muß jedoch bemerken, daß ähnlich wie bei den Elektroden, so auch bei den Platinplättchen von dem Momente an, wo sie eine gewisse Kapazität zu repräsentieren beginnen und wo das Aufheben des Tones mittels der Widerstände unmöglich wird, wir mit Hilfe eines Kondensators zwar den Ton im Telephon stark abschwächen, absolute Stille jedoch nicht erreichen können. Der Ton wird bis zu einem gewissen Minimum während des Herausschiebens der Glasplatte des Nernstschen Kondensators reduziert und seine Klangfarbe wird in einem gewissen Punkte geändert.

Von nun an wird der Ton bei weiterem Herausschieben immer stärker und behält die neue Klangfarbe.

Die Entferneng von 0 bis zu diesem Pnnkte, in welchem diese Änderung der Klangfarbe stattfand, bestimmte die Kapazität der Platinplättchen.

Die vollkommene Analogie zwischen den Platinplättchen und den Elektroden hat mich endgültig in meiner Überzeugung bestärkt, daß in diesen beiden Fällen wir es mit einer und derselben Erscheinung und zwar mit der Polarisation zu tun haben.

## Bestimmung der Nervenkapazität.

Die Tatsache, daß die Elektroden unter gewissen Bedingungen auch eine gewisse Kapazität aufweisen, hat natürlich in hohem Grade die Untersuchung der Nervenkapazität kompliziert. Jedoch der Umstand, daß durch Einschaltung eines akzessoriellen Widerstandes in den durch die Elektroden gebildeten Schließungskreis diese Kapazität bis auf Null gebracht werden konnte, hat mich belehrt, daß die Vermeidung dieser Komplikation wohl im Bereich der Möglichkeit liegt.

Wenn wir vor Beginn der Nervenuntersuchungen die Elektroden miteinander verbinden und einen Widerstand hinzufügen, bei welchem die Elektroden keine Kapazität aufweisen und wenn wir nach dem Hinauflegen des Nerven auf die Elektroden eine gewisse Kapazität finden werden, so glaube ich, daß wir ganz sicher diese Kapazität dem Nerven zuschreiben müssen.

Bei diesen Experimenten beschränkte ich mich bloß auf Froschnerven und zwar erstens deshalb, weil auch Prof. Hermann an solchen Nerven experimentiert hatte und zweitens, weil die Froschnerven keine größeren Unterschiede in ihrer Struktur von den Nerven anderer Tiere aufweisen; was sich also für die Froschnerven ergibt, kann auch für Marknerven anderer Tiere mit größter Wahrscheinlichkeit als gültig betrachtet werden.

### I. Experiment.

Der Ischiadicus eines Frosches.

Untersucht wird das periphere Ende des Nerven, die Elektroden zeigen keine Kapazität bei hinzugefügtem Widerstande von 5 cm.

| | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| Gleichgewicht im Apparate bei der Einstellung: | 35 | 31 | 0 | 32 |
| Länge des Nerven zwischen den Elektroden. | | | | |
| 1) 4 mm verbunden mit $c_2$ | „ | ? | 65 | |
| „ „ „ $c_1$ | 97—35 =62 | | | 25 |
| 2) 10 mm „ „ $c_2$ | | 24 | 36·5 | |
| „ „ „ $c_1$ | 73—35 =38 | | | 25 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3) 20 mm verbunden mit $c_2$ | | 27 | 24 | |
| „ „ „ $c_1$ | 25 | | | 27 |
| 4) 30 mm „ „ $c_2$ | | 27 | 19 | |
| „ „ „ $c_1$ | 17 | | | 28 |
| 5) 40 mm. | Ausgeglichen mittels der Widerstände. | | | |

## II Experiment.

Auf die Elektroden wurden zwei Nerven gelegt.
Gleichgewicht im Apparate bei Einstellung wie bei I Exp.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| 10 mm verbunden mit $c_2$ | | 24 | 36·5 | |
| „ „ $c_1$ | 35·5 | | | 24 |
| 40 mm „ „ $c_2$ | Gleichgewicht wurde erreicht bei Verbindung mit dem Kond. $c_1$ u. $c_2$ mittels der Widerstände $b_1 = 25$ mm; $b_2 = 25$ mm. | | | |

## III. Experiment.

| | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| Gleichgewicht im Apparate bei Einstellung: | 35 | 31 | 0 | 33 |

Die unpolarisierbaren Elektroden zeigen schon bei 2 cm akzessoriellen Widerstandes keine Kapazität, und Stille im Telephone erhält man mittels der Widerstände allein. Ein Ischiadicus (frisch präpariert) wird mit seinem peripheren Ende an den Elektroden angebracht.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | $b_1$ | $c_2$ | |
|---|---|---|---|
| 3 mm verbunden mit $c_2$ | 16 | 39 | |
| 10 mm „ „ $c_2$ | 20 | 32 | |
| 35 mm „ „ $c_2$ | 26 | 0 | wurde also mittels der Widerstände ausgeglichen. |
| 20 mm „ „ $c_2$ | 23 | 22 | |

Der zweite Nerv desselben Frosches wurde an den Elektroden mittels des zentralen Endes angebracht.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 mm | mit $c_2$ | 1) | 18 | 61 | |
| | | 2) | 18 | 67 | |
| 10 mm | „ $c_2$ | | 20 | 11·5 | |
| 20 mm | | | 23 | 0 | Ausgeglichen also mittels der Widerstände. |

### IV. Experiment.

| | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| Gleichgewicht im Apparate bei der Einstellung: | 46 | 42 | 0 | 43·7 |
| Die Elektroden allein: | | | | |
| Akzessorieller Widerstand | | | | |
| 20 mm | | 15 | 43 | |
| 30 mm | | 21 | 25 | |
| 40 mm | | 25 | 0 | |

Der Nerv wird mittels des zentralen Endes an den Elektroden angebracht.

| Länge des Nerven. | Die Elektroden verbunden | $b_1$ | $c_2$ |
|---|---|---|---|
| 4 mm | mit $c_2$ | 30 | 35 |
| 10 „ | „ $c_2$ | 31·1 | 29·5 |
| 20 „ | „ $c_2$ | 33 | 29·1 |
| 30 „ | „ $c_2$ | 35 | 0 |

NB. Bei diesem Experimente wie auch bei anderen erreichte man Stille im Apparate sofort nach Einschaltung des Nerven mittels Widerstandsänderung. Kurz nach der Schließung des Stromes vernahmen wir jedoch einen Ton, der sich nur durch Herausschieben der Platte des Kondensators aufheben ließ.

### V. Experiment.

Gleichgewicht im Apparate bei Einstellung wie bei IV. Exp. Akzessorieller Widerstand 40 mm.

An den Elektroden werden zwei Nerven mit ihren zentralen Enden angebracht:

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | Die Elektroden | $b_1$ | $c_2$ |
|---|---|---|---|
| 4 mm | verbunden mit $c_2$ | 30 | 38 |
| 10 „ | „ | 30 | 22 |
| 20 „ | „ | 31 | 21 |
| 30 „ | „ | 33 | 15 |
| 40 „ | „ | 34—35 | 0 |

Beim Hineinschieben der herausgeschobenen Platte verschwindet der Ton bei 13·5 mm.

## VI. Experiment.

Einstellung des Apparates wie bei Exp. IV. Auf den Elektroden wurden drei Nerven mit den zentralen Enden angebracht.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | | | |
|---|---|---|---|
| 10 mm | Verbindung mit $c_2$ | 28 | 21 |
| 20 „ | „ | 30 | 19·5 |
| 30 „ | „ | 33 | 0 |
| 4 „ | „ | 27 | 26·7 |
| nochmals 4 mm | „ | 29 | 28 |

## VII. Experiment.

Auf den Elektroden wurden vier Nerven mit den zentralen Enden angebracht. Einstellung des Appar. wie bei Exp. IV.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | Verbindung mit $c_2$ | | |
|---|---|---|---|
| 10 mm | „ | 31 | 17 |
| 20 „ | „ | 34 | 0 |

## VIII. Experiment.

Einstellung des Apparates wie bei IV Experiment; an den Elektroden wird ein Nerv mit dem peripheren Ende angebracht.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | | |
|---|---|---|
| 4 mm | 31 | 28·5 |
| 10 „ | 35 | 19 |
| 20 „ | 37 | 13 |
| 30 „ | 38 | 12 |

Eigentlich herrscht Stille, jedoch beim Hineinschieben der Kondensatorplatte von der Entfernung, wo ein Ton genau hörbar ist wird dieser bei 12 mm Entfernung nicht mehr hörbar.

| | | |
|---|---|---|
| 40 mm | 38·5 | 0 |

In diesem Falle kann man Stille bei 4 mm erreichen, wenn man die herausgeschobene Kondensatorplatte gegen Null zurückschiebt.

## IX. Experiment.

Einstellung des Apparates wie bei IV. Exp.

Ein Ischiadicus eines kleinen Frosches mit dem peripheren Ende angebracht.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | | $b_1$ | $c_2$ |
|---|---|---|---|
| 4 mm | Verbindung mit $c_2$ | 33 | 31 |
| 10 „ | „ | 36 | 23 |
| 20 „ | „ | 38 | 9 |
| 30 „ | „ | 39 | 0 |
| 4 „ | „ | 34 | 29 |

Derselbe Nerv nach dem Hineintauchen in siedendes Wasser.

| | | |
|---|---|---|
| 4 mm | 37 | 0 |
| 10 mm | 38·5 | 0 |

## X. Experiment.

Einstellung des Apparates wie bei IV. Exp. Der Nerv wurde an den Elektroden mit seinem zentralen Ende angebracht.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | | |
|---|---|---|
| 4 mm | 30 | 31 |

Derselbe Nerv mit dem peripheren Ende an den Elektroden angebracht.

| | | |
|---|---|---|
| 4 mm | 31 | 20 |

Derselbe Nerv in heißes Wasser eingetaucht

| | | |
|---|---|---|
| 10 mm | 32 | 0 |

Der Nerv wird infolge des Verbleibens in siedendem Wasser steif und schrumpft derart zusammen, daß er sich auf die Elektroden in einer Entfernung von 4 mm nicht genau anbringen läßt.

## XI. Experiment.

Der Nerv wurde an den Öffnungen zweier plättchenförmigen, aus Birkenpilz verfertigen Elektroden angebracht.

Zu diesem Zwecke verband man den Nerv an einem Ende mit einem Faden und durchzog ihn mittels einer Nadel durch beide Öffnungen.

Der auf diese Weise durch die Elektroden durchgezogene Nerv war natürlich von allen Seiten von mit Kochsalzlösung getränktem, schwammigem Birkenpilz umgeben. Der Nerv lag in diesem Falle den Elektroden nicht nur genau, sondern auch fortwährend gleichmäßig an. Da die Dicke des erwähnten Birkenpilzplättchens 2 mm betrug, war also auch die Berührungsoberfläche mit den Elektroden fortwährend gleich.

Außerdem gestattete die Verbindung des Nerven mit solchen Platten-Elektroden eine genaue Bestimmung der Länge des zwischen den Elektroden sich befindenden Nerven, also die Strecke des Nerven, durch welche der Strom geht.

Bei dieser Art und Weise der Verbindung kann auch mit großer Leichtigkeit der Widerstand des Nerven bestimmt werden.

| Einstellung des Apparates | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| | 41 | 30 | 0 | 31 |
| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | | | | |
| Peripherisches Ende des Nerven | | | | |
| 5 mm | | 23 | 42·5 | |
| 10 „ a) | | 25 | 21 | |
| b) | | 25 | 23·5 | |
| 20 „ | | 27 | 0 | (16)[1] |
| 30 „ | | 28 | 0 | (4)[1] |
| in der Mitte des Nerven | | | | |
| 20 mm | | 27 | 0 | (10)[1] |

[1]) Beim Hineinschieben der Kondensatorplatte wurden die ersten Spuren eines Tones bei 16, 4, 10 mm hörbar.

| | | |
|---|---|---|
| zentrales Ende des Nerven | | |
| 10 mm | 22 | 26·5 |
| 5 mm periph. Ende | 24 | 43 |
| 5 „ zentrales „ | 21 | 19 |

Der hinzugefügte Widerstand beträgt $3^1/_2$ cm.

Da ich konstatiert hatte, daß je länger der mit den Elektroden verbundene Nervenabschnitt war, die Kapazität sich verringerte und endlich bei 3—4 cm Länge gänzlich schwand, da ich weiter vermutete, daß dieser Umstand eben von der Abschwächung des durch den Nerven durchgehenden Stromes abhängt, suchte ich mich an demselben Nerven zu überzeugen, ob wirklich in einem Nervenabschnitte, der eine gewisse Kapazität aufweist, sich die Kapazität durch Vergrößerung des akzessoriellen Widerstandes aufheben ließe. Zu diesem Zwecke habe ich nach erfolgter Konstatierung der Kapazität des untersuchten Nerven den akzessoriellen Widerstand vergrößert.

Dieses mehrmals wiederholte Experiment bewies, daß die Kapazität in demselben Nervenabschnitte in Wirklichkeit dem Wachsen des Widerstandes entsprechend sich verringert und bei gewisser Größe dieses Widerstandes gänzlich verschwindet.

Derselbe Nerv wie im XI. Exp.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | $c_1$ | $b_1$ | $c_2$ | $b_2$ |
|---|---|---|---|---|
| 5 cm — peripheres Ende | 24 | 38 | | |
| Der akzessorielle Widerstand wurde von $3^1/_2$ bis auf 5 cm vergrößert | 28 | 34 | | |
| Der akzessorielle Widerstand bis auf 10 cm vergrößert | 36 | 0 (18) | | |

Nach der Aufstellung des Apparates herrschte anfangs Stille; ein wenig später wurde ein Geräusch hörbar, welches bei 18 mm in einen Ton überging.

Der akzessorielle Widerstand wieder $3^1/_2$ cm 23·5 39

### XII. Experiment.

Frischer Nerv.

Einstellung des Apparates wie bei XI. Exp.

Es wurden der Widerstand der Elektroden samt dem akzessoriellen Widerstande in Ohmen berechnet. Dieser Widerstand betrug: 66 390 Ohm.

Es wurden die platten Birkenpilzelektroden angewendet und der Nerv in den Öffnungen auf ähnliche Weise angebracht, wie oben beschrieben wurde.

| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | $b_1$ | $c_2$ |
|---|---|---|
| 5 mm periph. Ende | 23 | 41 |

Der Widerstand des Nerven betrug bei diesem Experimente 35,222 Ohm bei 5 mm Länge; also bei 1 cm=70000 Ohm.

| | | |
|---|---|---|
| 5 mm Zentrales Ende | 21 | 30 |
| „ „ perip. Ende | 24 | 48 |
| „ „ zentr. Ende | 21 | 25 |
| „ „ periph. Ende | 23 | 43 |
| „ „ zentr. Ende | 21 | 24 |

Der Widerstand des 5 mm langen zentralen Nervenendes betrug 19,370 Ohm d. i. 38,740 Ohm bei 1 cm.

## XIII. Experiment.

Einstellung des Apparates wie bei XI. Experiment.

Der Nerv ist in den Öffnungen der platten Birkenpilzelektroden angebracht.

| Länge des Nerven zwischen den Elektr. | $b_1$ | $c_2$ |
|---|---|---|
| 2 mm; periph. Ende | 22 | 63 |
| „ „ zentr. „ | 21 | 39 |
| „ „ periph. „ | 22 | 69 |
| „ „ zentr. a) „ | 21 | 37 |
| „ „ zentr. b) „ | 21 | 37·5 |

Der akzessorielle Widerstand wurde bis auf 10 cm gesteigert. Dieser Widerstand betrug samt dem der Elektroden 159,620 Ohm. Länge des Nerven zwischen den Elektr. 2 mm

| | | |
|---|---|---|
| peripheres Ende | 26 | 0 |

N. B. Derselbe Nervenabschnitt, der früher eine Kapazität von fast 7. $10^{-5}$ Mikrof. aufwies, weist jetzt keine mehr auf.

## XIV. Experiment.

Frischer Nerv.

Einstellung des Apparates wie bei XI Experiment; akzessorieller Widerstand $3^1/_2$ cm. Die Elektroden allein: 19 0

N. B. vollständige Stille.

| | | |
|---|---|---|
| Länge des Nerven zwischen den Elektroden | | |
| 10 mm periph. Ende | 25·5 | 18 |
| 10 mm zentr. Ende | 22·5 | 22 |

Der Widerstand des Nerven betrug an dessen periph. Ende bei 1 cm Länge: 99.653 Ohm,
an dessen zentralen Ende: bei 1 cm 35,199 Ohm.

Die angeführten Experimente beweisen tatsächlich, daß der Nerv unter gewissen Umständen eine Kapazität besitzt.

Diese Erscheinung hängt aber ähnlich wie bei den Elektroden oder wie bei den in verdünnte Schwefelsäurelösung eingetauchten Platinplättchen von der Stärke des Stromes, respektive von der Stromdichte ab.

Deswegen nimmt die Kapazität mit dem Wachsen der Entfernung der Elektroden resp. der Länge des untersuchten Nervenabschnittes ab.

Da diese Erscheinung von dem den Nerven durchfließenden Strome und nicht von den Eigenschaften der Struktur des Nerven abhängt, können wir sofort nach Einschaltung sogar kleiner Nervenabschnitte in den Schließungskreis im ersten Augenblicke Stille im Telephon durch Ausgleichung mittels der Widerstände erreichen; nur stufenweise ungefähr nach 15″ läßt sich ein Ton vernehmen, der nachher schon ununterbrochen hörbar ist und nur mittels des Kondensators aufgehoben werden kann. Wir haben also auch hier mit einer **Pseudokapazität** zu tun, die — wie es scheint — mit der Polarisation der Elektroden oder der in Schwefelsäure eingetauchten Platinplättchen eine analoge Erscheinung bildet.

Diese scheinbare Kapazität ist also, obwohl sie eine konstante Erscheinung in den gegebenen Umständen darstellt, absolut viel geringer, als die von Prof. Hermann angegebene. In meinen Experimenten betrug sie:

1) bei 2 mm: 63; 69 mm,
2) bei 4 mm: 65; 35; 38; 26·7; 28·5; 29; 31; 20 mm,
3) bei 10 mm: 36·5; 32; 11·5; 29·5; 22; 21; 17; 19 mm,
4) bei 20 mm: 24; 22; 0; 43; 29; 21; 19·5; 13 mm,
5) bei 30 mm: 18; 0; 15; 0; 12 mm,
6) bei 40 mm immer = 0.

Da, wie oben gesagt. 1 cm der herausgeschobenen Platte $1.10^{-5}$ Mikrofarad entspricht, so betrug die von uns bestimmte Kapazität nur in einem Falle $69.10^{-6}$ Mikrofarad.

Im allgemeinen war sie viel kleiner.

Obwohl Hermann und eine Reihe anderer Gelehrten sich mit der Polarisation in den Nerven viel beschäftigt haben, ist es bis nun noch nicht genau aufgeklärt, wie die Polarisation in den Elektrolyten (ohne Metalle) überhaupt zustande kommt. Nach dem heutigen Stande der Elektrochemie sollte man, meiner Meinung nach, annehmen, daß der Strom, welcher durch die Nervenscheide geht, ein Hindernis in deren Struktur findet und eine Änderung in der Konzentration der Jonen verursacht, weshalb sich die positiven Jonen an der einen, die negativen dagegen an der anderen Seite der Scheide konzentrieren.

Diesen Unterschied unterhält der fortwährend fließende Strom.

Sofort nach Unterbrechung des Stromes gleichen sich diese Unterschiede aus.

Wenn wir aber solche zwei Stellen im Momente der Stromunterbrechung oder unmittelbar nach der Unterbrechung mit dem Galvanometer verbinden, so werden wir natürlich das Ausgleichen dieser Unterschiede durch den Galvanometer konstatieren; wir bekommen also eine der Kondensatorenentladung ähnliche Erscheinung.

In Wirklichkeit jedoch unterscheidet sich die Erscheinung von der Ladung eines Kondensators dadurch, daß in den Kondensatoren, sogar in den mit schlechtem Dielektrikum, wir mit Elektronenladungen hier aber aller Wahscheinlichkeit nach nicht mit Elektronen allein, sondern mit Jonen und mit den ihnen angehefteten Elektronen zu tun haben. In seiner oben zitierten Abhandlung berührt Prof. Hermann diesen Unterschied nicht und bezieht seine mit Kondensatoren durchgeführten Experimente direkt auf die Nerven, indem er auch für diese, wie für die Kondensatoren eine konstante Kapazität annimmt. Wie wir aber sehen, ist die Nervenkapazität nur eine relative und von dem durch den Nerven gehenden Strom abhängig. Wenn diese Unterschiede in der Jonenkonzentration nicht entstehen können, wird der Nerv auch nicht die Eigenschaften eines Kondensators aufweisen (z. B. nach dem Kochen des Nerven). Sind meine Schlußfolgerungen richtig, so müßte ich logischerweise annehmen, daß wenn auch die neue Hermannsche Theorie im stande ist, bis zu einem gewissen Grade die elektrotonischen Ströme zu

erklären, sie keineswegs geeignet ist, für die Leitung der Nervenerregung eine Erklärung zu geben.

Der Umstand, daß bei unserer Untersuchungsmethode wir nicht mit einem Gleichstrome, sondern mit einem Wechselstrome zu tun haben, kann die Sache vielleicht komplizieren, sie jedoch keineswegs unmöglich machen und zwar erstens deshalb, weil im Nernstschen Apparate die Ströme beim Öffnen und Schließen einander nicht gleich sind und zweitens weil, wenn die Wechselströme — obwohl sie einander gleich sind — durch ein Elektrolyt gehen, immer einen gewissen leicht nachweisbaren Unterschied in der Jonenverteilung verursachen.

Eine Erklärung dieser Erscheinung habe ich leider bis nun nicht gefunden, habe mich jedoch schon öfters von dieser Erscheinung überzeugt und vermute, daß sie eben viele falsche Schlußfolgerungen in den elektrophysiologischen Untersuchungen verursacht hat, wie z. B. in den Untersuchungen der negativen Schwankungen an toten Nerven bei Anwendung der Induktionsströme.

Zum Schluß will ich die Aufmerksamkeit der auf diesem Gebiete Arbeitenden darauf lenken, daß der von mir verwendete Nernstsche Apparat nicht nur zu Untersuchungen kleiner Kapazitäten, sondern auch zur Bestimmung der Widerstände in den Nerven geeignet ist. Wegen dieser Pseudokapazität ist die Bestimmung des Nervenwiderstandes mit Hilfe des Telephons ohne Nernstsche Einrichtung sogar eigentlich unmöglich, da vollkommene Stille im Telephon, d. i. das Gleichgewicht bei entstehender Kapazität des Nerven durch Ausgleichung der Widerstände allein nicht zu erhalten ist.

Um den Widerstand des gegebenen Nervenabschnittes zu bestimmen, braucht man nur den Widerstand in den Nernstschen Glasröhren durch Längeeinheiten, wie ich es in meinem Apparate getan habe, zu bezeichnen. Beispiele für solche Bestimmungen haben wir unter 13 und 14 angeführt.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą

Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

11 Sierpnia 1906.

# PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873—1902

**Librairie de la Société anonyme polonaise**
**(Spółka wydawnicza polska)**
**à Cracovie.**

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI et XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński; 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wislocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III — VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« *(Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques)*, in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

---

**Świętek J.**, »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« *(Histoire de la cavalerie polonaise)*, in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« *(Généalogie des Piasts)*, in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« *(Bibliographie de l'histoire de Pologne)* in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« *(Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres)*, lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« *(L'Ethnographie de la Russie Blanche)*, in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

---

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

Nº 7. JUILLET. 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

## CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

## MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITE
1906.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

***Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.***

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.

Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie

sous la direction de M. Joseph Rostafiński,

Sécretaire de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1905. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

**Nº 7. Juillet 1906.**



## Séance du lundi 2 et 9 Juillet 1906.

Présidence de M. K. OLSZEWSKI.

32. M. LADISLAS ŻŁOBICKI. **Pomiary napięcia powierzchniowego metodą małych baniek.** ***(Messungen der Oberflächenspannung nach der Methode kleiner Blasen).*** (*Détermination de la tension capillaire par la méthode des petites bulles*). Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t.

Nach der Methode kleiner Blasen [1]) wurde eine Reihe von Messungen der Oberflächenspannung verschiedener Flüssigkeiten und zwar verschiedener wässeriger kolloidailer Lösungen durchgeführt. Die Genauigkeit des zur Messung verwendeten Apparates reichte bis $\pm 0{\cdot}01 \frac{\text{mgr}}{\text{mm}}$.

[1]) M. Cantor: Wied. Ann. 42. p. 422, 1892.
V. Monti: Nuo Cimento (4) 5, 1897.
R. Feustol: Drud. Ann. 321. 86, 1905.

Zur Erzeugung von Blasen wurden drei Glas-Kapillare mit genau kreiförmigen Öffnungen verwendet. Die Duchmesser der Öffnungen wurden mittels eines Mikroskops genau gemessen. Der Kapillardruck wurde nach der mehrere Dezimeter hohen Wassersäule in einem entsprechend eingerichteten Manometer abgelesen. Die Höhe der Wassersäule wurde folglich mit einem die Genauigkeit der Messungen nicht beeinträchtigenden Fehler ohne Anwendung eines Kathetometers mit bloßem Auge abgelesen. Angesichts dessen belief sich die Dauer einer Messung auf kaum wenige Minuten, es konnte demnach im Laufe einer kurzen Zeit eine beträchtliche Anzahl von Messungen bewerkstelligt werden.

Der Apparat und die Methode wurde an entsprechenden Messungen für Wasser in der Temperatur von 0 — 79° C kontrolliert. Es stellte sich heraus, daß der Apparat ganz zufriedenstellende Resultate ergab. Diese stimmten genau miteinander, das heißt alle drei Kapillare ergaben dieselben Resultate und wichen nicht einmal in den Hundertsteln von den überaus sorgfältigen Messungen von Brunner und Volkmann ab.

---

Es wurde vor allem die Frage aufgeworfen, ob bei der Methode kleiner Blasen die Resultate nicht etwa von dem zur Erzeugung der Blasen verwendeten Gase abhängig seien. Bisher wurde nämlich zu diesem Zwecke von allen Forschern ausschließlich die Luft verwendet. Der Verfasser hat durch eine Reihe von Messungen nachgewiesen, daß es für die Ergebnisse gleichgültig ist, welches von den drei Gasen: Luft, $CO_2$ oder Leuchtgas verwendet wird.

Es wurde dabei festgestellt, daß die Oberflächenspannung der Wasserlösungen verschiedener Gase sich kaum von der Oberflächenspannung des reinen Wassers unterscheidet. Es wurde dies an Sodawasser, Salmiakgeist und Chlorsäure nachgewiesen. Diese Flüssigkeiten können nämlich als Wasserlösungen des $CO_2$, $NH_3$ und HCl angesehen werden. Bemerkenswert ist es dabei, daß, trotzdem die chemischen Eigenschaften aller dieser Körper grundverschieden sind, ihre Oberflächenspannung beinahe gleichen Wert hat und der Oberflächenspannung des reinen Wassers nahekommt.

In der Folge wurde nach dieser Methode die Messungen der Oberflächenspannung einer ganzen Reihe von wässerigen Kolloidallösungen vorgenommen. Bei allen diesen Lösungen wurde die Veränderlichkeit der Oberflächenspanuung mit der Temperatur ungefähr

in den Grenzen $0^0 — 30^0$ C und mit der Konzentration ungefähr in den Grenzen 0·1 — 2·0 gr auf 100 $cm^3$ berücksichtigt. Die Lösungen wurden durch Dialyse sorgfältig gereinigt.

Man ist auf Grund zahlreicher Messungen zu der Überzeugung gekommen, daß Auflösen der Kolloide in Wasser die Oberflächenspannung des letzteren wesentlich beeinflußt und zwar — was das Merkwürdigste ist — nach zwei Richtungen hin, da die Oberflächenspannung je nach der Gattung der verwendeten Kolloide wächst oder sich verringert.

Zu den Kolloiden, welche in den Lösungen eine Vergrößerung der Oberflächenspannung herbeiführen, gehören: Gelatin, Tischlerleim, Eiweiß eines Hühnereis, Dextrin, Kirschen- und Weichselkirschengummi.

Zu den Körpern dagegen, welche die Oberflächenspannung des Wassers verringern, gehören: Gummiarabikum, Stärke und Pflaumengummi.

Was nun die quantitativen Verhältnisse anbelangt, muß hervorgehoben werden, daß in der ersten Gruppe ebensowohl wie in der zweiten sich die Tatsache konstatieren läßt, daß bei geringer Konzentration die Oberflächenspannung sich beträchtlich verändert (steigt oder sinkt), beim Wachsen der Konzentration dagegen sich freilich noch immer verändert aber verhältnismäßig sehr bald ein gewisses Minimum oder Maximum erreicht, worauf eine weitere Vergrößerung der Konzentration keinen Einfluß mehr auf die Oberflächenspannung ausübt.

Es wurde ferner festgestellt, daß in allen untersuchten Lösungen mit dem Steigen der Temperatur die Oberflächenspannung sinkt und daß dieses Sinken bedeutend schneller vor sich geht als in reinem Wasser.

Von der größeren Anzahl der Messungen mögen die Messungen für Gelatin und Gummiarabikum angeführt werden. Die Oberflächenspannung der Gelatinlösungen ist eine geringere als die des Wassers, degegen die der Lösungen des Gummiarabikums eine größere. Eine Reihe von genauen Messungen hat erwiesen, daß ähnlich wie diese beiden typischen Lösungen sich alle übrigen untersuchten Kolloide verhalten.

In den Tabellen bedeuten: $t$ die Temperatur der Lösung, $\alpha$ die Oberflächenspannung $\left(\frac{H}{2}\right)_{\text{Laplace}}$

## Gelatinlösungen.

Tabelle I a. (0·1 g. Gelatin in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 7·18 | 7·692 |
| 4·3 | 7·03 | 7·627 |
| 10·0 | 6·83 | 7·541 |
| 17·3 | 6·58 | 7·430 |
| 25·0 | 6·30 | 7·314 |
| 31·7 | 6·07 | 7·212 |

Tabelle I b. (0·3 g. Gelatin in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 6·92 | 7·692 |
| 1·9 | 6·85 | 7·663 |
| 14·3 | 6·41 | 7·475 |
| 19·7 | 6·21 | 7·394 |
| 26·5 | 5·97 | 7·290 |

Tabelle I c. (0·5 g. Gelatin in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·1 | 6·76 | 7·690 |
| 4·0 | 6·61 | 7·632 |
| 11·1 | 6·35 | 7·524 |
| 23·7 | 5·90 | 7·333 |
| 30·0 | 5·67 | 7·238 |

Tabelle I d. (0·8 g. Gelatin in 100 cm³ Lösung).

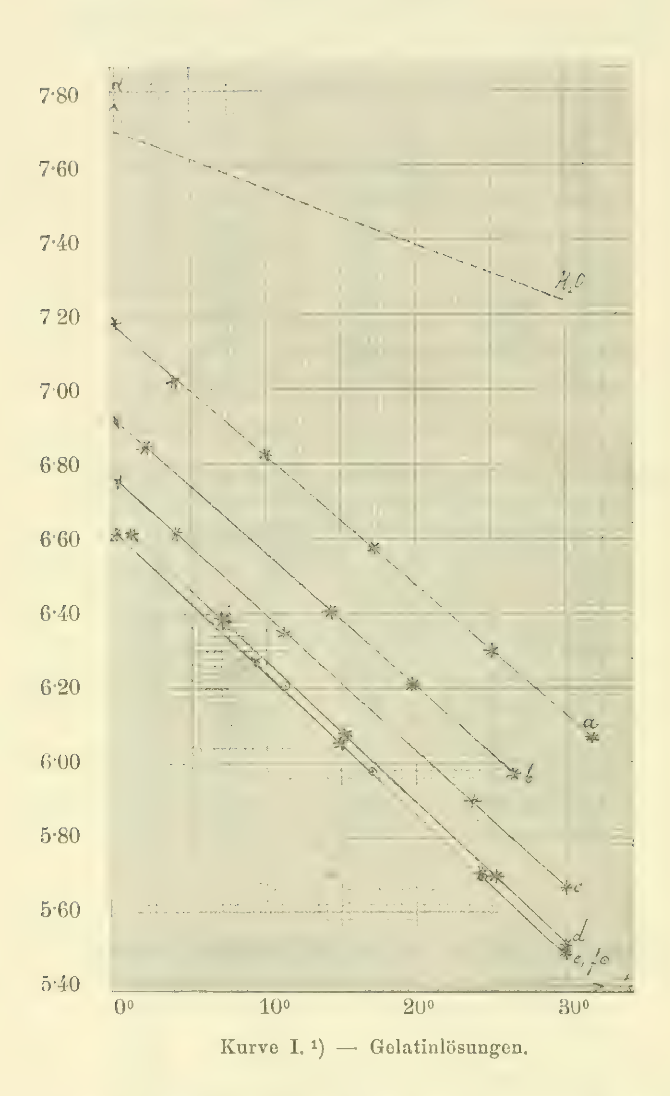
| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 1·0 | 6·62 | 7·677 |
| 7·0 | 6·39 | 7·586 |
| 15·2 | 6·08 | 7·462 |
| 25·2 | 5·70 | 7·311 |
| 30 0 | 5·51 | 7·238 |

Tabelle I e. (1·0 g. Gelatin in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 6 62 | 7 692 |
| 9·3 | 6·28 | 7·551 |
| 15·0 | 6·06 | 7·465 |
| 24·3 | 5·71 | 7·324 |
| 30·0 | 5·49 | 7·238 |

Tabelle I f. (2·0 g. Gelatin in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 6·62 | 7·692 |
| 11·3 | 6 21 | 7·521 |
| 17·0 | 5·98 | 7·434 |
| 24·5 | 5 70 | 7·321 |




Kurve I. [1]) — Gelatinlösungen.

[1]) Die Kurve e und f (d. h. diejenigen, welche sich auf die Tabellen I e und I f beziehen), fallen aufeinander; damit man sie voneinander unterscheiden kann, wurden die Punkte der Kurve e mit ✳, die der Kurve f mit ⊙ bezeichnet. Dasselbe bezieht sich auch auf die Kurve II.

## Gummiarabikum-Lösung.

Tabelle II a. (0·1 g. Gummiarab. in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{\text{mgr}}{\text{mm}}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 8·38 | 7·692 |
| 5·6 | 8·21 | 7·607 |
| 14·7 | 7·95 | 7·469 |
| 24·5 | 7·68 | 7·321 |
| 32·0 | 7·46 | 7·208 |

Tabelle II b. (0·3 g. Gummiarab. in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{\text{mgr}}{\text{mm}}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 8·52 | 7·692 |
| 7·0 | 8·31 | 7·586 |
| 16·3 | 8·04 | 7·445 |
| 27·4 | 7·72 | 7·277 |

Tabelle II c. (0·5 g. Gummiarab. in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{\text{mgr}}{\text{mm}}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 8 60 | 7·692 |
| 5·3 | 8·44 | 7·612 |
| 15·7 | 8·13 | 7·454 |
| 29·0 | 7·74 | 7·253 |

Tabelle II d. (0·8 g. Gummiarab. in 100 cm³ Lösung).

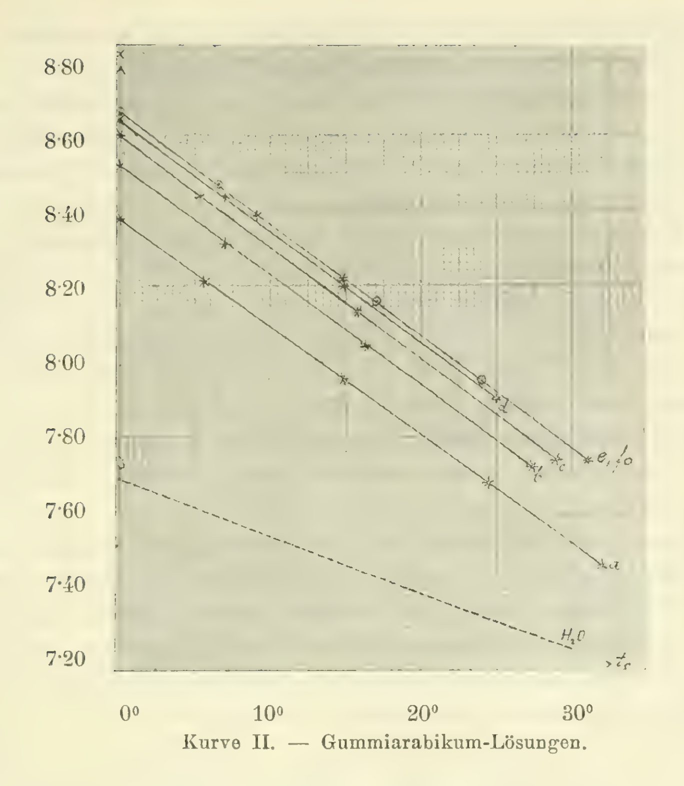
| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 8·64 | 7·692 |
| 7·0 | 8·44 | 7·586 |
| 14·9 | 8·20 | 7·466 |
| 25·0 | 7·90 | 7·314 |

Tabelle II e. (1·0 g. Gummiarab. in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 8·66 | 7·692 |
| 9·1 | 8·39 | 7·555 |
| 14·9 | 8·21 | 7·466 |
| 31·0 | 7·74 | 7·222 |

Tabelle II f. (2·0 g. Gummiarab. in 100 cm³ Lösung).

| $t$ | $\alpha$ in $\frac{mgr}{mm}$ | |
|---|---|---|
| | für Lösung | für Wasser |
| 0·0 | 8·66 | 7·692 |
| 6·6 | 8·47 | 7·592 |
| 17·0 | 8·16 | 7·434 |
| 24·0 | 7·95 | 7·329 |



Kurve II. — Gummiarabikum-Lösungen.

In dem weiteren Teile seiner Abhandlung befaßt sich der Verfasser mit den Messungen der Oberflächenspannung der s. g. wässerigen Kolloidallösungen der Metalle. Diese wurden nach der Methode von Bredig [1]) hergestellt. Gemessen wurde die Oberflächenspannung der Gold-, Silber- und Platinlösungen.

Im Gegensatz zu den organischen Kolloidallösungen hat man die Überzeugung gewonnen, daß die Oberflächenspannung dieser Metalllösungen kaum merklich von der Oberflächenspannung des reinen Wassers abweicht und daß der Temperaturkoëffizient für diese Lösungen und für Wasser derselbe ist. Der Unterschied zwischen Metalllösungen und den organischen Kolloidallösungen ist also ein auffallender.

Hierdurch wird uns die Vermutung nahegelegt, daß die s. g. Kolloidallösungen der Metalle keine eigentlichen Lösungen, sondern

[1]) Ztschr. f. d. angew. Chemie, 1898, 951.

Emulsionen sind. Eine ähnliche Vermutung ist bereits früher auf Grund anderer Tatsachen ausgesprochen worden.

Um dies zu entscheiden, wurden drei typische Wasseremulsionen hergestellt und zwar: 1) Emulsion eines sehr feinen Schmirgelpulvers, 2) Emulsion der Alkohollösung des Mastix und 3) Emulsion der Alkohollösung des Gummigutts.

Aus den in obbezeichneter Weise durchgeführten Messungen der Oberflächenspannung dieser Emulsionen wurde die Überzeugung gewonnen, daß sie sich in dieser Beziehung genau wie Metalllösungen verhalten, daß also ihre Oberflächenspannung genau dieselbe ist wie die des Wassers und daß der Temperaturkoëffizient mit demjenigen des Wassers identisch ist.

Angesichts dessen erscheint die Annahme, daß die s. g. kolloidalen Metalllösungen nichts anderes als Emulsionen sind, noch mehr begründet.

Vorliegende Arbeit wurde im physikalischen Institute der k. k. Universität in Lemberg ausgeführt. Ich erachte es für eine angenehme Pflicht, dem Herrn Direktor des Institutes Prof. Dr. Ignaz Zakrzewski für die Aufmunterung zu dieser Arbeit wie auch für seine trefflichen Ratschläge und seine bereitwillige Hilfe im Laufe derselben meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Lemberg (Lwów), physikalisches Institut der k. k. Universität.

---

33. M. Z. WOYCICKI. **O wpływie eteru i chloroformu na podział komórek macierzystych pyłku i ich pochodnych u Larix Dahurica.** ***(Über die Einwirkung des Äthers und des Chloroforms auf die Teilung der Pollenmutterzellen und deren Produkte bei Larix dahurica).*** *(L'influence de l'éther et du chloroforme sur la division des cellules-mères du pollen et de leurs produits chez Larix Dahurica).* Memoire présenté par M. J. Rostafiński m. t. à la séance du 2 avril 1906.

(Planche XVI, XVII, XVIII).

## I. Historische Übersicht.

Als ich mich im Jahre 1904 mit der Bildung der Zygote bei Basidiobolus ranarum Eid. beschäftigte, hatte ich es mit einer direkten Kernteilung zu tun, deren Resultate ich in meiner diesbezüglichen Arbeit beschrieb. Da nun gerade zu dieser Zeit der Streit über die Bedeutung und die Rolle der Amitose in der Pflanzen-

zelle einen besonders lebhaften Charakter annahm, wobei sich ebenso viele Anhänger wie Gegner fanden, so beschloß ich — gestützt auf die Beobachtungsresultate A. Nathansohn's und Wasilewsky's, und in der Erwartung, auf diesem experimentalen Wege eine annähernd richtige Antwort auf diese hochinteressante Frage zu finden — mich mit der Untersuchung der Einwirkung des Äthers und des Chloroforms auf die Kernteilung zu beschäftigen. Als besonders für genannte Zwecke geeignetes Material erschien mir die Pollenmutterzelle von Larix, deren Teilung uns bereits aus den maßgebenden Arbeiten Strasburgers, Belajeffs, u. A. bekannt geworden ist.

Die experimentale Untersuchung der Einwirkung verschiedener äußerer Bedingungen auf den Zustand des Zellkerns, ebenso wie auf diesen oder jenen Verlauf der Teilung, gehört im Gebiete der Botanik (— von der reichhaltigen zoologischen Literatur ganz abgesehen —) keineswegs zu den Neuerscheinungen der letzten Zeit.

Ohne auf die vielen, immer zahlreicher werdenden Arbeiten, welche die Einwirkung äußerer Bedingungen auf die Zelle behandeln, näher einzugehen, will ich hier nur bei denjenigen mir zur Verfügung stehenden Arbeiten ausführlicher verweilen, welche die Einwirkung verschiedener Chemikalien (— verwendet wurden von diesen bei meinen Untersuchungen über Larix Äther und Chloroform —) zum Gegenstand ihrer Betrachtung haben.

Migula[1]) stellte bereits im Jahre 1888 Versuche über den Einfluß verdünnter Säuren auf die Zellen von Spirogyra spec. an. Nach seinen Untersuchungen ergab sich, daß durch Säuren von bestimmter Konzentration in gleicher Weise sowohl die Kernteilung als auch die Zellteilung gehemmt wird, wobei zugleich kein hindernder Einfluß auf das Wachstum der Zellen wahrnehmbar ist, sondern die Größe der letzteren unter gewissen Umständen die normale sogar um das Vierfache überschreiten kann.

Demoor[2]), welcher nebenbei die Einwirkung des Chloroforms und des Ammoniaks auf die Zellteilung bei den Staubfädenhaaren

[1]) zit. nach Zimmermann: „Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns“, p. 81.

[2]) I. Demoor: „Contributions à l'étude de la physiologie de la cellule. (Indépendance fonctionnelle du protoplasme et du noyau)“. Archives de Biologie, tome XIII. 1895.

von Tradescantia virginica untersuchte, kam zu dem Resultate, daß der erste der beiden obengenannten Faktoren anfänglich wie ein Stimulum auf das Plasma und den Zellkern einwirkt, später aber allmählich alle Lebenserscheinungen bis zum völligen Absterben der Zelle unterdrückt. „L'action du chloroforme — pour étudier l'influence du chloroforme, nous nous servons d'eau chloroformée au quart (p. 193) — sur le protoplasme est double: il provoque d'abord une excitation très-nette et amène ensuite l'anesthésie de la substance", sagt der Autor auf Seite 205, wobei „le chloroforme produit l'anesthésie du protoplasme après avoir donné lieu à une période d'excitation très-courte, .... il détermine une excitation du noyau très-longue et très-intense avant d'amener l'anesthésie de cet organe. — Le noyau peut rester assez longtemps actif dans une cellule dont le protoplasme est tué. Le chloroforme est un moyen excellent pour dissocier l'activité du protoplasme de celle du noyau". Was den Ammoniak anbetrifft, so ist derselbe „....un excitant énergique du protoplasme, qui produit tardivement l'anestésie de la substance vivante[1]... La mitose continue regulièrement dans les cellules soumises à l'action de solutions diluées d'ammoniaque. Si la division du noyau a lieu lorsque le protoplasme est en repos, on constate que la membrane cellulaire ne se forme pas[2]). Bei der Zusammenfassung der Resultate seiner Beobachtungen sagt Demmor: „Lorsqe dans nos experiences, le protoplasme s'immobilisait sans l'action des differentes agents que nous faisions agir sur la cellule, le noyau ne se comportait pas comme le protoplasme. — Le chloroforme, l'ammoniaque et le froid ont des effets differents sur le noyau et sur le protoplasme cellulaire. Dans l'hydrogène, dans l'anhydrite carbonique et dans le vide la mitose se constitue régulièrement, alors même que la substanze protoplasmatique est complètement immobilisée. Dans ces cas, la membrane cellulaire ne se forme pas et ne se constitue que lorsque l'activité protoplasmatique réapparait dans la cellule. Ainsi se trouve demontré le rôle essentiel, joué par le protoplasme, dans la formation de la membrane et dans la division cellulaire. La cellule vivante est donc le siège de deux activités spéciales, qui se complêtent pour faire produire à l'organisme cellulaire son travail, mais qui conservent pourtant chacune

[1]) l. c. p. 194.
[2]) l. c. p. 209.

leur existence et leur valeur propre"[1]... „La vie du noyau est essentiellement differente du celle du protoplasme — voilà la dernière conclusion de notre travail"[2].

Wenn wir die Abbildungen zu den Beobachtungen des oben zitierten Autors über Tradescantia virginica näher betrachten, so fällt uns vor allem eine außerordentlich stark ausgeprägte Vakuolisation des Protoplasmas in allen angeführten Fällen auf (cf. Figg. 1—8, Einwirkung von H.; Figg. 9—12, Einwirkung von CO 2; Figg. 13—20, Einwirkung von O.—) worauf der Autor auch im Texte wiederholt aufmerksam macht, indem er z. B. sagt, daß unter dem Einflusse des Chloroforms „une forte vacuolisation ... dans celle-ci (protoplasme)" — stattfindet[3]. — Unter der Einwirkung von Ammoniak ist nicht nur eine Vakuolisation der lebenden Substanz zu konstatieren, sondern zugleich auch eine Anhäufung einer besonderen Art von Granulationen um den Zellkern herum[4]. Den Zeichnungen nach zu urteilen, gilt dasselbe auch für den dritten Faktor, den Sauerstoff, obgleich der Autor im Texte selbst davon nichts erwähnt.

Höchst interessant sind ferner die Bemerkungen Demoor's bezüglich der Attraktions-Sphäre; er sagt darüber: „Le centrosome n'est pas visible dans la cellule vivante à l'état de repos. Mais dans les cellules en voie de division nous avons pu, chez le Tradescantia, observer plusieurs fois les sphères attractives. Ces organes peuvent même devenir três-nets dans certaines circonstances; dans les cellules soumises à l'oxygène, à l'hydrogène, au froid, au vide, nous les avons vus très-distincts, soit dans leur ensemble, soit dans quelques-unes de leurs parties... Nos experiences prouvent, que l'activité du noyau et celle du centrosome persistent quand le protoplasme est immobilisé. Il en résulte que, au point de vue fonctionnel, le centrosome n'est pas comparable au protoplasma"[5]. Demoor hat keine Abänderungen von dem sogenannten „normalen Typus" der Karyokinese beobachtet, abgesehen von der Unmöglichkeit, unter den oben angeführten Bedingungen eine Zellmembran zu bilden.

[1] l. c. p. 225.

[2] l. c. p. 236.

[3] l. c. p. 193.

[4] „La solution d'ammoniaque au centième détermine une excitation considérable provoquant la vacuolisation de la substance vivante..." cf, l. c. p. 194.

[5] l. c. p. 227.

Aber nicht alle Beobachtungen Demoor's haben sich als richtig erwiesen, denn im Jahre 1898 gelangte Samassa [1]), welcher die Versuche Demoor's wiederholte, zu der Überzeugung, daß der Sauerstoff die Bewegung keineswegs beschleunigt, daß $N_2O$ sie unterdrückt und daß ferner Chloroform nicht nur die Bewegung des Plasmas, sondern zugleich auch jegliche Symptome der Kernteilung unterdrückt. Was die unvollkommene Entwickelung der Zellmembranen anbetrifft, so ist diese Erscheinung sowohl von Demoor wie auch von Bogumil Němec [2]) beobachtet worden und zwar an den chloroformierten Zellen der Wurzeln von Vicia Faba. Bei den Versuchen von Němec endete aber das Schicksal solcher zweikernigen Zellen mit deren völligem Absterben, obgleich allerdings auch Fälle vorkamen, in welchen nur der eine der Kerne abstarb, während der andere sein Wachstum fortsetzte und sich auf normale Weise weiter teilte. Němec hatte sich bei seinen Versuchen die Aufgabe gestellt, die Ursachen des vom Autor beobachteten Unterschiedes zwischen der Bipolarität der Anfangsstadien der achromatischen Spindel der Zellen des vegetativen Gewebes einerseits und der Multipolarität der Spindel in den Zellen des generativen Gewebes andererseits aufzuklären. In dem Bestreben, den Turgor der Zellen zu verringern oder aufzuheben, wendete Němec gesättigte Chloroformdämpfe unter normalem Druck und $t^0$ während einer Zeitdauer von 3, 5 und 10 Minuten an. In Fällen einer längeren Einwirkungsdauer des Chloroforms trat ein schnelles Absterben der Pflanzen ein (— die Kernteilung wird unter den genannten Bedingungen „durch die Chloroformdämpfe schnell eingestellt" [3]) —) und im Plasma traten große Vakuolen auf, welche entweder den ruhenden Zellkern, oder dessen in diesem oder jenem Entwickelungsmomente der Karyokinese begriffenes Übergangsstadium deformierten. Wenn der Zellkern der Einwirkung der Chloroformdämpfe oder einer plasmolysierenden Salpeterlösung in dem Momente unterworfen wurde, in welchem er von dem kugelförmigen Periplast

[1]) „Über die Einwirkung von Gasen auf die Protoplasmaströmung und Zellteilung von Tradescantia, sowie auf die Embryonalentwickelung von Rana und Asacaris" (cf. Verhandl. des Nat. Ver. z. Heidelberg; Nr. F. VI; Bd. II. Heft 1898). Referat in Botan. Zeitg. Jahrg. 1898 p. 344.

[2]) „Zur Physiologie der Kern- und Zellteilung", cf. Botan. Zentralbl. Bd. 77; Nr. 8. 1899.

[3]) l. c. p. 245.

umgeben ist[1]), so windet sich die Achromatinspindel des Kernes nicht bipolar, sondern multipolar, wobei der Umstand von besonderem Interesse ist, daß sie vermittelst knollenförmiger Auswüchse entstand, die sich auf dem anfänglich kugelförmigen Periplast bildeten.

Bei der Einwirkung des Chloroforms im Momente der Meta- oder der Anaphase „rekonstruieren sich die Chromosomen schnell zu geschlossenen Kernen und die achromatischen Fäserchen verschwinden" [2]). Diese letzteren werden zunächst körnig und später mit dem allmählichen Verschwinden der Körnigkeit treten die „extranukleolen" Nukleolen auf, wobei sie in diesem Falle in den Zellkernen entweder ganz fehlen, oder nur in sehr geringer Zahl vorhanden sind. Dieser letztere Umstand gab Němec Veranlassung in Übereinstimmung mit Strasburger, Zimmermann u. A. m. zu der Annahme, daß „zwischen den achromatischen Fäserchen und den Nukleolen ein inniger Zusammenhang besteht[3])".

Die hohe Bedeutung einer derartigen experimentalen Erforschung vollauf würdigend, sah sich Gerassimoff veranlaßt, eine Reihe von experimentalen Untersuchungen anzustellen, wobei er gleichfalls für seine Zwecke eine ähnliche Methode anwendete. In seiner Arbeit: „Über die Lage und Funktion des Zellkerns" (Bull. d. l. Soc. Imp. d. Nat. d. Moscou, 1900) führt er aber leider nur „hauptsächlich die Resultate der Experimente mit der Abkühlung" an[4]), unter Bezugnahme darauf, daß, ... „obgleich diese Experimente mit Anwendung der Anästhesierung auch erfolgreich waren, dennoch umfassendere Experimente mit verschiedenen Arten einstweilen noch nicht gemacht worden sind. — Die Anästhesierung hat

[1]) „... ein hyalines, den Kern umgebendes, um Pole kappenförmig entwickeltes Gebilde, das ich hier der Kürze wegen als Periplast bezeichnen will" — l. c. p. 242.

[2]) l. c. p. 251.

[3]) l. c. p. 251.

[4]) „Eine detaillierte Untersuchung desjenigen störenden Einflusses, welchen die Abkühlung und auch andere Agentien auf den sich teilenden Kern ausüben, wird vielleicht einige bis jetzt noch streitige Fragen über den Prozeß der Karyokinese lösen und auch genauer die Ähnlichkeit und den Unterschied zwischen der direkten und indirekten Kernteilung offenbaren. Es versteht sich von selbst, daß einer solchen Untersuchung eine ausführliche und sorgfältige Untersuchung des normalen Vorganges des Prozesses vorangehen, oder wenigstens mit derselben parallel gehen muß (l. c. p. 223).

im Vergleich mit der Abkühlung die Unbequemlichkeit, daß dabei in den Organismus, obgleich auch in geringerer Menge, doch stark wirkende Stoffe eingeführt werden. Wie mir scheint, bietet sie ein mehr theoretisches Interesse dar; die Abkühlung kann man als eine mehr erprobte Methode betrachten, kernlose Zellen und Kammern zu erhalten — eine Methode, welche eine praktische Bedeutung besitzt".

In demselben Jahre wie Gerassimoff veröffentlichte Alexander Nathansohn, welcher es sich zur Aufgabe stellte, die physiologische Bedeutung der Amitose zu untersuchen, eine höchst interessante, im Laboratorium von Prof. Pfeffer ausgeführte Arbeit [1]), über deren Ergebnisse Pfeffer selbst bereits früher in den Ber. der Sächs. Gesellsch. d. Wiss., Math.-phys. Kl., vom 3. Juli 1899 unter dem Titel: „Über die Erzeugung und physiologische Bedeutung der Amitose" berichtet hat.

Nathansohn stellte seine Versuche teils nach der Gerassimoff'schen Methode an, teils aber unter Anwendung der Ätherisierung. Im letzteren Falle kam bei der Kultur von Spirogyra orbiculata eine 1 %ige Ätherlösung in Wasser zur Anwendung, in welcher das Untersuchungsmaterial ungefähr $^3/_4$ Stunden verblieb [2]). Die Beobachtungen wurden in besonders zu diesem Zwecke angefertigten gläsernen Kammern ausgeführt, wobei Nathansohn konstatierte, daß, wenn die Karyokinese in den Zellen vor dem Versuche begonnen hatte, „die im Gang befindlichen Karyokinesen normal zu Ende geführt wurden, selbst dann, wenn sie sich in dem allerersten Stadium der beginnenden Plasmaansammlung um den Kern befanden. Nie habe ich bei meinem Objekte ein Zurückgehen bereits begonnenez Mitosen, wie es Gerassimoff beschreibt, wahrnehmen können. Dagegen erfolgten die in der Ätherlösung neu auftretenden Teilungen nach einem ganz anderen Typus" [3])....„Die ersten Anzeichen der beginnenden Kernteilung treten am Zellkerne selbst auf. Dieser fängt in hohem Grade anzuschwellen, die Konturen des Nukleolus werden unregelmäßig, und dieser streckt sich in einer zur Längsachse der Zelle senkrechten Richtung in die

[1]) „Physiologische Untersuchungen über amitotische Kernteilung". Jahrb. f. wiss. Bot. 1900. Bd. 35. Heft I, p. 48.

[2]) l. c. p. 57.

[3]) l. c. p. 57.

Länge. — ...„Während des Anschwellens verliert der Kern an Durchsichtigkeit und außerdem nimmt das Plasma der den Zellkern umgebenden „Kerntasche“ während dieses Stadiums eine körnige Beschaffenheit an. ... Unterdessen hat, sofort bei Beginn der Kernteilungsvorgänge, die Anlage der jugendlichen Membran begonnen, deren Ausbildung dann rasch vorwärts geht. Nach kurzer Zeit hat sich in der üblichen Weise ein Ring gebildet, in dessen Öffnung der Kern liegt, welcher sehr bald seine frühere Durchsichtigkeit wiedergewinnt. Wir finden ihn in diesem Stadium mit zwei einander anliegenden Nukleolen ausgestattet..... Jetzt beginnt die Durchschnürung des Zellkerns... Während der Zerschnürung werden die Kerne nicht, wie es bei der amitotischen Teilung häufig der Fall ist, auseinandergezogen, sondern bleiben aneinander geschmiegt, bis der eigentliche Teilungsvorgang beendet ist“.

Auf diese Weise trat nach den Beobachtungen des Autors infolge der Einwirkung des Äthers anstatt der Karyokinese in gewissen Zellen eine amitotische Teilung des Zellkerns ein, welche unter den gegebenen Versuchsbedingungen mit Ausnahme geringfügiger, kaum wahrnehmbarer Einzelheiten sich fast ganz vollständig am lebenden Objekte verfolgen ließ. Oft kamen hierbei verschiedenartige Abweichungen vor, sowohl von der typischen Mitose, als auch von der von Nathansohn bemerkten Amitose; diese Abweichungen bestanden entweder in dem Vorhandensein einer größeren Anzahl von Kernkörperchen, als es gewöhnlich der Fall ist, oder in deren anormalen Form oder auch in der Einschnürung des Kerns zu der Zeit, wenn der Nukleolus seine Teilung noch nicht beendet hat. — Trotz allen diesen Abweichungen gelang es jedoch dem Autor, den mehr oder weniger normalen Verlauf der Amitose während eines Zeitraumes von zirka 3 Wochen zu beobachten, „wenn man öfters für die Erneuerung der Kulturflüssigkeit sorgt“ und wenn die angewendete Ätherlösung nicht stärker als $^1/_2\%$ bis $^3/_4\%$ war. Je länger aber die Zellen der Einwirkung des Äthers ausgesetzt blieben, um so häufiger konnten „kernlose Kammern beobachtet werden, die durch unvollständige Scheidewandbildung ohne vorherige Kernteilung abgetrennt werden“ [1]). Wenn jedoch die Fäden von Spirogyra „die lange Zeit in Ätherlösung verweilt hatten“, in ihre gewöhnlichen normalen Lebensbedingungen

[1]) l. c. p. 65.

wieder zurückversetzt wurden, so begann in ihnen, als Beweis ihrer vollen Lebensfähigkeit, wieder der Teilungsprozeß nach dem gewöhnlichen mitotischen Typus. („Diese Teilungen verlaufen nun ebenfalls in normaler Weise mitotisch“)[1]).

Nathansohn beobachtete die Amitose unter den Bedingungen der Ätherisation auch bei Closterium, sowie in den Staubfädenhaaren von Tradescantia virginica, wenn auch im letzteren Falle seine Beobachtungen nicht vollständig waren wegen der allzugroßen Empfindlichkeit der Objekte, die schnell abstarben. In seinen Schlußfolgerungen spricht sich der Verfasser, ebenso wie Demoor, für eine gewisse Unabhängigkeit des Plasmas und des Zellkerns aus. „Ganz analog tritt in unsern Versuchen mit Spyrogyra sowohl wie mit Tradescantia, in denen die Narkotisierung stattfindet, bevor sich der Kern und ein Teil des Cytoplasmas zur Bildung der karyokinetischen Figur vereinigt haben, ein Unterschied in der Empfindlichkeit jener beiden Teile hervor; eine Vereinigung findet in diesem Falle gar nicht statt, und der Kern vollzieht seine Teilung auf einem vom Cytoplasma relativ unabhängigen Wege“[2]). Der Verfasser tritt ferner ebenfalls entschieden dafür ein, daß „die Mitose, unbeschadet der vollen embryonalen Qualität der Tochterzellen durch Amitose ersetzt werden kann“[3]) und daß es daher augenscheinlich sei, daß zur richtigen Verteilung der Erbmasse die Karyokinese nicht notwendig ist[4]).

Gestützt auf theoretische und experimentale Schlußfolgerungen, trat im Jahre 1902 Waldemar v. Wasielewsky in dem „Jahrb. für wiss. Bot.“ gegen das — wie er es nennt — allmächtige „Mitosendogma“[5]) auf. Der Schmitz'schen Anschauung folgend — nach welcher, abgesehen von den beträchtlichen Abweichungsarten der Kernteilung, diese Aberrationen durch allmähliche Übergänge miteinander in Verbindung stehen, und zwar in so enger Verbindung, daß sie nicht als heterogene Formen, sondern nur als Modifikationen einer und derselben Grundform zu betrachten sind — gibt der Verfasser sogar eine Aufstellung der von ihm unterschiedenen Komplikationsstufen. Auf dem Wege von der einfachsten bis zur

[1]) l. c. p. 67.
[2]) l. c. p. 74.
[3]) l. c. p. 75.
[4]) l. c. p. 77.
[5]) „Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Amitose“.

kompliziertesten Art und Weise der Kernteilung können wir nach den Angaben Wasielewsky's vier Hauptetappen anführen: Diatmese, Diaspase, Hemimitose und Mitose. Der Unterschied zwischen den ersteren beiden Typen besteht darin, daß „bei der Diaspase hauptsächlich die eigentliche innere Kernmasse, sich teilend, tätig sei, dagegen bei der Diatmese die innere Kernmasse, vom Nukleolus abgesehen, in einen passiven Zustand geraten sei und hier vielmehr die Kernmembran aktiv den Teilungsvorgang vollziehe. In diesem letzteren Falle wird gleichsam der Kern halbiert; im ersteren Falle halbiert er sich unter eigener Tätigkeit seiner Innenbestandteile". Als Objekt für die experimentalen Untersuchungen dienten Wasielewsky die Wurzelspitzen von Vicia Faba, ein jederzeit leicht zu erhaltendes und ein typisches embryonales Gewebe lieferndes Material. Zur Narkose wurde Chloralhydrat in einer Konzentration von 0·1% bis 0·75% während einer Zeitdauer von ½ bis 4 Stunden angewendet. Nach dem Versuche wurde das Objekt in fließendem Wasser ausgewaschen, verblieb einige Zeit in mit Wasserdampf gesättigtem Raume und erst dann wurde es in die Fixierflüssigkeit gebracht. Die vom Verfasser auf Seite 412 beigefügte Tabelle zeigt mit völliger Deutlichkeit die Untersuchungsmethode und die Bearbeitung des Materials. Auch ersehen wir daraus, daß eine einstündige Einwirkung von 75%-igem Chloralhydrat sich in Gestalt einer Wellenlinie darstellt, welche in bezug auf die Amitose (Diatmese) ihr Maximum nach Verlauf von 24 Stunden erreicht, darauf mit annähernd gleicher Geschwindigkeit sinkt. Nach Verlauf von abermals 24 Stunden sind alle Folgen der Narkose vollständig verschwunden, so daß die Wurzeln wieder ihr früheres, normales Aussehen zeigen. Das erste Anzeichen der Vorbereitung zur Amitose besteht in der Verdoppelung der Anzahl der Nukleolen im Zellkerne. Diese Erscheinung tritt bereits nach ½-stündiger Einwirkung des Chloralhydrats ein und zwar zur Zeit, in welcher die Kerne noch völlig unverändert geblieben sind, „abgesehen von nicht selten amöboiden Verziehungen". — Die Tatsache, daß die Teilung des Nukleolus sich mit solcher Regelmäßigkeit während der Amitose vollzieht, spricht direkt dafür, daß man es für mehr als nur ein „großes Chromatinkorn" halten muß, daß es vielmehr ein „Organ des Zellkerns" darstellt. Nukleolus und Kernmembran sind zwei Substrate, auf welche die Narkose auf bis jetzt noch unaufgeklärte Weise eine „aktivierende, erregende Wirkung"

ausübt, die übrigen Teile des Kernes bleiben unter ihrem Einflusse absolut paralysiert. Die Folge dieses letzteren Umstandes ist ein eigenartig auftretender „Modus“ der Bildung der Zellmembran, welche anfänglich vom Plasma irgendwo in der Nähe der bereits vorhandenen Membran ausgeschieden wird, später allmählich wächst, sich zwischen den sehr oft dicht nebeneinander liegenden Kernen durchdrängt, bis sie schließlich die Zelle in zwei völlig neue abteilt [1]. Einen derartigen Verlauf der Bildung der Zellmembran betrachtet Wasielewsky als einen atavistischen, „uralten Teilungsmodus“ [2]. Unter den Abweichungen vom Typus (Diatmese) müssen gewisse Unregelmäßigkeiten im Aussehen des sich teilenden Zellkerns erwähnt werden, sowie auch die auf Fig. 5 Tab. VII dargestellte Hemimitose.

Zu einem von den vorher angeführten Antoren ganz verschiedenen Zwecke wendete S. v. Wisselingh Lösungen von Kaliumnitrat, Chloralhydrat und Phenol bei seinen Untersuchungen über Spirogyra an [3]. Es handelte sich im gegebenen Falle um langsames Töten der Protoplasten, wobei „sehr verschiedene Erscheinungen auftreten können, und bisweilen dabei Organe sichtbar werden, die sonst nicht wahrnehmbar sind“ [4]. Bei Anwendung von 10%iger Kalisalpeterlösung ergaben sich abnormale Plasmolysen. Der Zellkern verschob sich hierbei schnell gegen die Zellwand und drang in die darunter liegende Protoplasmaschicht ein. Dabei erfuhr sein Gerüst eine sehr wesentliche Veränderung und der Nukleolus verschwand bald spurlos. Vom Kerne blieb schließlich nur ein längliches Bläschen übrig, welches seinem Inhalte nach nicht von dem es umgebenden Protoplasma zu unterscheiden war. Bei Anwendung von 5%, 3%, oder $2\frac{1}{2}$%igen Lösungen kann neben dem Auftreten abnormaler Plasmolysen oft auch noch Ausscheidung des Nukleolus zusammen mit gewissen Teilen des Kerninhalts in das ihn überall umgebende Plasma beobachtet werden. Derartige Erscheinungen sprechen dafür, daß Salpeterlösungen, welche zerstörend auf den Kerninhalt einwirken, dessen Membran nicht angreifen.

[1] l. c. p. 405.
[2] l. c. p. 406.
[3] „Untersuchungen über Spirogyra“. Botan. Ztg., Heft VI, 1902.
[4] l. c. p. 121.

Ganz andere Resultate ergaben sich bei Anwendung von Chloralhydratlösungen. „Nukleolus und Kerngerüst erfuhren in diesem Falle keinerlei tief eingreifende Veränderungen [1]), dagegen traten blasenförmige Aufschwellungen des körnigen, den Zellkern umgebenden Plasmas auf, welche besonders gut geeignet sind zur Beobachtung des Momentes des Verschwindens oder des Erscheinens der Kernwand während des karyokinetischen Prozesses. Außerdem traten infolge der oben erwähnten blasigen Aufschwellungen gewisse Teile des Protoplasmas und zwar besonders die Kernspindel mit außergewöhnlicher Deutlichkeit hervor. „Mittels Chloralhydratlösungen und Lösungen anderer Stoffe kann man um den Kern und auf den Aufhängefäden die Vakuolenwandung sichtbar machen; dieses gilt sowohl für den ruhenden Kern, als für die in Teilung begriffenen Kerne“ sagt der Autor am Schlusse [2]). Phenollösungen rufen ganz außerordentlich starke Veränderungen in den Kernen hervor, ohne jedoch zugleich in die scharfe Nüancierung des einen oder des andern ihrer Teile einzuwirken, daher sind sie nach v. Wisselingh's Ansicht „von keiner großen Bedeutung bei den karyokinetischen Untersuchungen“ [3]).

Aller Wahrscheinlichkeit nach war es die oben zitierte Arbeit Wasielewsky's, welche Blazek die Veranlassung zu seinen Versuchen über die Wirkungen von Benzoldämpfen auf die Zellteilung gab [4]). Die Wurzelspitzen von Pisum sativum wurden der Einwirkung der Benzoldämpfe auf die Dauer von $^1/_2$ bis zu einer ganzen Stunde ausgesetzt, wobei auf ein Gefäß von 1640 ccm Rauminhalt 0·5 ccm Benzol verwendet wurde. Die Objekte wurden unmittelbar nach der Beendigung des Versuches fixiert. Nach Verlauf einer $^1/_2$stündigen Einwirkung verwandelte sich die Achromatinspindel nach den Beobachtungen des Autors in eine körnige Anhäufung, die auch in denjenigen Zellen auftrat, die dem Versuche während einer Zeitdauer von 1 Stunde und länger ausgesetzt wurden. Im letzteren Falle trat aber außerdem noch eine Anomalie in der Gestalt und der Lage der Chromosomen auf, welche sich dann in den meisten Fällen zu einer formlosen Masse vereinigten. Im Cyto-

[1]) l. c. p. 123.

[2]) l. c. p. 137.

[3]) l. c. p. 126.

[4]) I. Blazek: „Über den Einfluß der Benzoldämpfe auf die pflanzliche Zellteilung“ nach dem Referate im „Botan. Zentralbl.“ Nr. 46, vom Jahre 1902.

plasma wuchsen zu dieser Zeit die Vakuolen zu außerordentlich großen Dimensionen an, wobei sie sogar den Zellkern deformierten. Wenn der Versuch mit dem Unterschiede angestellt wurde, daß die Wurzelspitzen der Einwirkung der Benzoldämpfe von oben genanntem Sättigungsgrade eine halbe Stunde und nach Ablauf dieser Zeit noch weiter exponiert wurden, jedoch bei allmählich herabgemindertem Sättigungsgrade, so ergab sich nach Verlauf einer halben Stunde die Wiederherstellung normaler Spindeln bei gleichzeitigem Verschwinden der körnigen Masse. Dabei zeigten sich jedoch als parallele Erscheinungen verschiedentliche Unregelmäßigkeiten der karyokinetischen Figuren, vor allem ergab sich Multipolarität, ferner bewegten sich die Chromosome nicht gleichzeitig nach den Polen zu, sondern es kamen auch Fälle vor, daß einige von ihnen am Äquator verblieben, oder einen Ring, oder einen Halbring, oder einzelne unregelmäßige Gruppen u. dergl. bildeten.

Bei der Rekonstruktion von uninukleolären Tochterkernen, an deren Bildung sich oft nur einzelne Chromosomen beteiligen, ergaben sich anstatt normaler Bildungen ringförmige, halbringförmige oder sanduhrförmige Kerne. Die Zellscheidewand war mitunter völlig ausgebildet, jedoch kamen auch Fälle vor, daß sie sich zwischen zwei Kernen von ungleicher Größe nicht bildete und dann waren diese zwei oder manchmal auch in größerer Anzahl vorhandenen Kerne in einer und derselben Zelle eingeschlossen. Es kam auch manchmal vor, daß ähnlich, wie solches bei der Bildung von Tetraden geschieht, so auch hier zwischen allen Kernen gleichzeitig die Scheidewände auftraten, wodurch die Mutterzelle in mehrere Tochterzellen geteilt wurde. Setzte man aber Wurzeln mit derartigen Zellen einer $2^1/_2$stündigen Einwirkung der reinen Luft aus, so trat Karyogamie ein, unter deren Einfluß sie zum normalen einkernigen Zustand zurückkehrten.

Als Antwort auf die oben näher betrachtete bekannte Arbeit Nathansohn's über Spirogyra veröffentlichte C. von Wisselingh in der Botan. Zeitung vom Jahre 1903 [1]) die Resultate seiner fünften Untersuchung über Karyokinese. Seiner Ansicht nach gab jedoch die Nathansohnsche Kulturmethode „sehr unbefriedigende Resultate. Ich konnte wohl eine eigentümliche Abweichungen bei der Karyo-

[1]) C. v. Wisselingh: „Über anormale Kernteilung"; Botan. Zeitung., Heft X—XII, 1903.

kinese beobachten, aber Amitosen, von denen Nathansohn und Pfeffer Mitteilung machen, kamen in meinen Ätherkulturen nicht vor"[1]. Wisselingh stellte daher außer den Versuchen mit Äther, noch Experimente mit dem von ihm bereits früher angewandten Chloralhydrat an, in Lösungen von $^1/_{20}$%—$^1/_{10}$%. „Mit Lösungen von solcher Stärke erhielt ich fast immer gute Resultate", sagt er im Kapitel über die Methodik seiner Untersuchungen. Die Spirogyrafäden verblieben in diesen Lösungen 2 bis 12 Tage lang, einige aber 2, 3 und sogar 4 Wochen. Wenn die Spirogyra dem Versuche nur auf verhältnismäßig kurze Zeitdauer unterzogen wurde, so trat bei der Überführung in frisches Quellwasser bereits nach Verlauf von einigen Tagen wieder die normale karyokinetische Kernteilung ein; wenn das Chloralhydrat längere Zeit einwirken konnte, so ließ auch die Karyokinese entsprechend längere Zeit auf sich warten. — Die zuerst dem Beobachter bei den Versuchen mit Chloralhydrat, sowie auch mit $^1/_2$%igem Äther in die Augen fallende Erscheinung war die Vielkernigkeit der dem Versuche unterworfenen Zellen, d. h. der Stillstand in der Bildung der Zellscheidewände, oder mit anderen Worten die Konstatierung des Faktums, auf welches uns bereits Demoor seiner Zeit als erster aufmerksam gemacht hat.

Es kommen dabei sehr verschiedenartige Abweichungen vom Typus der Kernteilung vor. Manchmal sind sie ziemlich unbedeutend und äußern sich nur in unregelmäßigem Aufbau der Spindel, in ungewöhnlichen Bewegungen des Kernes u. dergl. — In anderen Fällen sind diese Abweichungen viel stärker, wobei die Tochterkerne sehr voneinander differieren in bezug auf ihre Größe und Struktur, die Heteropolie und die Spindelbildung gänzlich zum Stillstand gebracht wird; die Zellmenbran erscheint überhaupt nicht und in den extremsten Fällen wird der Zellkern, obgleich er verschiedene innere Formveränderungen erleidet, keiner Teilung unterworfen. Nach den Worten des Autors „kommen unter dieser... Kategorie von Abweichungen viele vor, die von mehreren anderen Forschern ohne Zweifel als direkte Kernteilungen, Fragmentationen oder Amitosen gedeutet sein würden"[2]. Die Untersuchung der im Innern des Kernes vor sich gehenden Ver-

[1]) l. c. p. 209.
[2]) l. c. p. 218.

änderungen führten jedoch Wisselingh bei einem derartigen verdächtigen Teilungsmodus zu der Überzeugung, daß „auch die letzterwähnten Abweichungen ohne Zweifel als Karyokinesen betrachtet werden müssen“ [1]). Die hauptsächlichste Begründung zu dieser Behauptung bestand zunächst darin, daß das Kerngerüst, abgesehen von den bedeutenden Abweichungen im Teilungsmodus, „dieselben Veränderungen in der Struktur erleidet, wie bei der normalen Karyokinese“ [2]), ferner darin. daß sogar in Fällen großer Abweichungen vom normalen Typus, sogar bei vollständigem Aufhören der Heteropolie, dann dennoch eine Verdopplung der „Nukleolusfäden“ zu den gewöhlichen Erscheinungen gehört, ähnlich wie beim normalen Prozesse.

Bei der Nachprüfung der Nathansohn'schen Versuche experimentierte Wisselingh außerdem noch, wie solches bereits oben erwähnt wurde, mit $^1/_2{}^0/_0$iger Ätherlösung. „Alle möglichen Stadien der Kernteilung wurden von mir beobachtet“, sagt er. — „Was die Kernstruktur angeht, zeigte sie nichts abnormales. Auch fand ich viele Tochterkerne, die aneinander lagen, aber keine einzige Beobachtung konnte mit Durchschnürung oder Amitose in Verbindung gebracht werden“ [3]). Die Erklärungen Nathansohns und Pfeffers über die von denselben beobachteten Bilder schreibt Wisselingh „einer großen Lücke in den Beobachtungen“ zu [4]).

Ebenso skeptisch verhält er sich den Beobachtungen von Gerassimoff gegenüber und indem er die Überzeugung ausspricht, daß auch hier die Ursache des Irrtums in ungenügender Beobachtung und falscher Auffassung der bemerkten Beziehungen [5]) zu suchen ist, kommt er schließlich zu der Schlußfolgerung, daß „die bisherigen Untersuchungen nicht ausreichen, um anzunehmen, daß hier bei Spirogyra in der Tat direkte Kernteilungen beobachtet worden sind [6])“.... „Auf Grund meiner früheren Erfahrungen bei Fritillaria und Leucojum und meinen heutigen bei Spirogyra bin ich der Ansicht, daß es sich mehr und mehr zeigen wird, daß viele Kernfiguren, welche den früher als Stadien der Amitose, der Fragmen-

[1]) l. c. p. 218.

[2]) l. c. p. 230.

[3]) l. c. p. 238.

[4]) l. c. p. 236.

[5]) l. c. p. 239.

[6]) l. c. p. 240.

tation, oder der direkten Teilung beschriebenen ähnlich sind, bei einem abnormalen Verlaufe der Karyokinese entstehen“ [1]).

Diese Arbeit Wisselingh's rief eine Polemik zwischen diesem und Nathansohn hervor, welche indessen zu keinem Resultat führte, da beide Forscher bei ihrer Meinung verharrten [2]).

Als eine Bestätigung der Ansicht Nathansohns erschien im Jahre 1903 in den „Acta der kaiserl. St. Petersburger Naturforsch. Gesellschaft“, Band 33, Heft 3, eine Arbeit aus dem Laboratorium Prof. Palladin's von B. K. Sablina. Der Autor, welcher u. a. auch unter Anwendung von Schwefeläther, schwefelsaurem Chinin und Chlorlithium experimentierte, erhielt ganz deutliche Amitosen, außer verschiedenartigen anderweitigen Abweichungen von der normalen Karyokinese. Höchst interessant ist dabei die Bemerkung des Autors, daß „in manchen Fällen der Körper des Zellkerns überhaupt nicht gefärbt erschien“ [3]).

Zur Vervollständigung seiner im Jahre 1903 in den „Jahrb. für wiss. Bot.“ veröffentlichten Arbeit publizierte W. v. Wasielewski in derselben Zeitschrift für 1904 den zweiten Teil seiner Abhandlung [4]), welcher aber an neuen Tatsachen ziemlich arm ist. Neu sind z. B. die durch die Figuren auf Seite 589 erklärten Beobachtungen. Nach den Erklärungen des Autors „haben wir in Fig. 1 oben einen Kern, der in Chromosomen zerfallen ist, ....in Fig. 2 sieht man, daß die Chromosomen sich auseinander bewegen nach den beiden Enden der Zelle hin; in Fig. 3 endlich, daß die Sonderung vollzogen ist und die Tochterkerne sich zu bilden anfangen“. — Die soeben beschriebenen Abnormitäten verdienen, wie wohl bereits jedermann aufgefallen ist, noch aus einem besonderen Grunde unser Interesse. Sie legen ein gewichtiges Zeugnis ab zu gunsten der Anschauung, daß die Chromosomen „Eigenbewegung besitzen“ [5]). Neue Versuche mit Chloralhydrat, Verwundungen, Chloroform, Äther etc., auf welche der Autor in seinen früheren Unter-

[1]) l. c. p. 241.

[2]) „Kritische Bemerkungen zu Van Wisselingh's „Über abnormale Kernteilung“ von Alex. Nathansohn — und „Antwort auf die kritischen Bemerkungen von A. Nathansohn“ von C. van Wisselingh“, cf. Bot. Ztg. Nr. 2, 1904.

[3]) l. c. p. 17.

[4]) „Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Amitose“, 2. Abschnitt. — Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 39., Heft 4. — 1904.

[5]) l. c. p. 590.

suchungen Hoffnung setzte, geben indessen keinerlei bestimmte, entscheidende Resultate, was aber die Anschauungen Wasielewsky's keineswegs erschütterte, wie aus folgenden Zitaten hervorgeht: „Wenn man alle Erfahrungen zusammennimmt, die zoologischen wie die botanischen, so erleidet das Problem des Verhältnisses zwischen Amitose und Mitose offenbar eine Verschiebung. Daß die Amitose eine Senilitäts- und Degenerationserscheinung sei, wird nicht mehr behauptet werden können, da, um es noch einmal zu wiederholen, Degeneration auch nach mitotischer Teilung eintreten kann und nach amitotischer keineswegs einzutreten braucht... Wohl aber wird man die Frage aufwerfen können und müssen, weshalb bei der überwiegenden Mehrzahl der Lebewesen-Pflanzen, wie Tiere — die Amitose, obwohl gelegentlich einmal auftretend und durch äußere Eingriffe wieder hervorgerufen, doch normalerweise ganz verschwunden und durch die Mitose ersetzt worden ist?... Ich hatte in meiner ersten Publikation... des weiteren dahin ausgeführt, daß ein Kern einer phanerogamen Pflanze sehr viel mehr Arteigenschaften zu übertragen habe, als der eines niederen Organismus, deshalb auch bei der Teilung genauer halbiert werden müsse" [1]). Bohumil Němec, welcher bezüglich der Erklärung der Abbildungen in der ersten Arbeit Wasielewsky's Zweifel hegte, wiederholte, „um über die Einwirkung des Chloralhydrates auf die Kernteilung aus eigener Erfahrung ein Urteil bilden zu können" — seine Versuche mit Chloralhydrat und veröffentlichte die Resultate in demselben Bande der Jahrbücher, in welchen die letzten Untersuchungen des eben erwähnten Autors erschienen waren [2]). Die ersten Versuche wurden mit Vicia Faba angestellt, wobei 0·75% Chloralhydrat, dessen Einwirkungsdauer eine halbe oder eine ganze Stunde betrug, zur Anwendung kam. Die Einwirkung desselben auf die unmittelbar nach Beendigung des Versuches fixierten Wurzeln zeigte sich vor allem in der völlig desorganisierten Spindel sowie ferner in der unregelmäßigen Lagerung der ein ganz normales Aussehen besitzenden Chromosomen in Gruppen, deren mehrere manchmal in derselben Zelle vorkamen. Dieser letztere Umstand spricht nach der Ansicht des Autors deutlich da-

[1]) l. c. p. 587.

[2]) Bohumil Němec: „Über die Einwirkung des Chloralhydrates auf die Kern- und Zellteilung"; Jahrb. f. wiss. Bot. 1904, Bd. 39, Heft 4.

für, daß „durch den Einfluß der Chlorallösung zunächst die Bewegung der Chromosomen unregelmäßig, sodann sistiert wird“ [1]). Dabei können verschiedene anormale Figuren auftreten, welche oft an einen „hantelförmigen Kern“ erinnern. — Die Versuche dieser Serie wurden verschiedenen Variationen in dem Sinne unterworfen, daß die Fixierung entweder, wie bereits oben erwähnt, sofort oder nach Verlauf einiger Zeit vorgenommen wurde, wobei die der Einwirkung des Chloralhydrates ausgesetzten Wurzeln in Wasser von 18° C gewaschen wurden, manchmal auch außerdem noch in feuchten Sägespänen verblieben. — Wurzeln, welche in den letzteren 2 Stunden liegen blieben, besaßen alle Anzeichen einer vollständigen Wiederherstellung der normalen Teilungsprozesse“ [2]). In denjenigen Präparaten, welche den Versuchen auf eine Dauer von 17 Stunden ausgesetzt wurden, konnte eine ganze Reihe von Figuren konstatiert werden, welche stark an das erinnerten, was Wasielewsky Stadium der Diatmese genannt hat. — Da nun die Lösung der Frage über ihren Ursprung von besonderer Wichtigkeit war, so stellte der Autor eine zweite Serie von Versuchen auf, wobei abermals 0·75%iges Chloralhydrat angewendet wurde mit darauf folgender einstündiger Waschung in fließendem Wasser und Einbringung des Versuchsmaterials auf mehr oder weniger lange Zeitdauer in Sägespäne. Das Resultat dieses Versuches, welches sich im allgemeinen mit demjenigen des voraufgegangenen deckte, ließ hinsichtlich Vicia Faba folgende Schlußfolgerungen zu. Die Chloralisierung sistiert die Kern- und Zellteilung. Im Falle des Auswaschens mit Wasser und der Weiterkultur unter normalen Bedingungen, wird allmählich die Fähigkeit zur normalen Teilung wiederhergestellt, welche jedoch nach Verlauf einer gewissen Zeit abermals verschwindet, um schießlich wieder ihren alten Standpunkt einzunehmen. In beiden Phasen des Stillstandes der normalen Beziehungen ergeben sich zweikernige Zellen, oder Kerne von unregelmäßiger Gestalt, welche oft an die Sanduhrform erinnern. In zweikernigen Zellen sind beide Kerne gewöhnlich nebeneinander gelagert, weshalb sie mitunter den Eindruck diatmetischer Stadien machen [3]). Viel überzeugender aber bezüglich der Lösung der Frage über die Unmög-

[1]) l. c. p. 653.
[2]) l. c. p. 657.
[3]) l. c. p. 668.

lichkeit, durch Chloralisation Amitosen hervorzurufen, waren die Versuche des Verfassers mit Pisum sativum. An einer ganzen Serie von Wurzelspitzen, welche während einer und derselben Zeitdauer (1 Stunde) chloralisiert, hierauf sorgfältig gewaschen, dann während 1, 3, $5^1/_2$, 17, 20, 27 und 48 Stunden in feuchten Sägespänen gehalten und darauf erst fixiert wurden, verfolgte Němec eine Reihe allmählicher Veränderungen, welche ohne Kenntnis ihrer Genesis sehr leicht für Figuren der einfachen Amitose hätten gehalten werden können. Außer Vicia und Pisum untersuchte Němec noch die Wurzeln von Allium cepa. Auch dieses Objekt zeigte dieselbe Erscheinung wie die vorigen, nämlich daß die Chloralisierung auch hier nicht imstande ist, diatmetische Stadien hervorzurufen. Auf Grund aller dieser Untersuchungen bestreitet Němec die Wasielewski'schen Schlußfolgerungen und sagt, daß „die vermutlichen Amitosen durch Umänderung von normalen, mitotischen Figuren entstanden sind"... „Alle seine (Wasielewski's) Befunde lassen sich in einem andern Sinne deuten, als er es tut" [1]). Er fügt jedoch weiter hinzu, daß diese Ansicht sich nur auf die Versuche mit der Chloralisierung bezieht und daß „dadurch natürlich nicht bestritten wird, daß durch andere Faktoren und unter anderen Umständen amitotische Teilungen hervorgerufen werden können". Hierzu rechnet er die Experimente Nathansohn's. — Bei der Zusammenfassung der Ergebnisse seiner Arbeit hebt Němec folgende Punkte hervor: 1) Die Chlosalisierung wirkt vor allem desorganisierend auf die Spindel, deren Existenz schon in vivo vom Autor stark verteidigt wird. Da mit der Degeneration dieser Spindel auch die normale Auseinanderbewegung der Chromosome nach den Polen zu sistiert wird, so ist es augenscheinlich, daß sie im gegebenen Falle eine bis jetzt noch nicht ganz genau bestimmte, dennoch aber höchst wichtige Rolle spielt, entgegen der Ansicht Fischers. 2) Das Phragmoplast bildet sich nach seinen Schlußfolgerungen völlig getrennt vom Zellkern und kann gänzlich unabhängig von dem letzteren wirken, was besonders deutlich an kernlosen Zellen zu sehen ist. 3) Es kann in den Zellen eine autoregulative Kernverschmelzung von 2, 3, und sogar einer noch größeren Anzahl derselben stattfinden [2]), wobei im Laufe der Zeit eine Reduktion

[1]) l. c. p. 708.

[2]) Bei dieser Gelegenheit äußert sich der Autor folgendermaßen: „Man könnte

der verdoppelten oder verdreifachten Anzahl der Chromosomen eintritt.

Als Vervollständigung seiner vorangegangenen Beobachtungen und zur Bestätigung der Resultate Nathansohns veröffentlichte Gerassimoff im Jahre 1905 in der „Flora" (94 Bd.) [1]) eine kurze Abhandlung über Ätherkulturen von Spirogyra nach den Untersuchungen von den Jahren 1894—97.

Der Autor zieht folgendes Resumé über deren Verlauf: „Also findet in den Ätherkulturen eine tonnenförmige Auftreibung, d. h. ein Dickenwachstum nur in den kernhaltigen Zellen statt; weder die kernlosen Zellen noch die kernlosen Kammern weisen eine solche Auftreibung auf. Daraus muß man schließen, daß der Äther in schwachen Dosen einen gewissen stimulierenden Einfluß eigentlich auf die Zellkerne ausübt: die Verstärkung der Aktivität der Kerne aber ruft ein Dickenwachstum der Zellen hervor. Die Wirkung der erregenden Kerne ist auf diese Weise der Wirkung der vergrößerten Kernmasse analog [2]). Eine schwache Ätherisierung erhöht die Reizbarkeit der Organismen, beschleunigt die Entwickelung der Knospen, verstärkt überhaupt die Atmung, die Lösung der Stärke, den Stoffwechsel, die synthetischen Prozesse und das Wachstum. Auf Grund der Resultate vorliegender Untersuchung kann man denken, daß auch in allen diesen Fällen die wesentliche Seite und das unmittelbare Resultat der Wirkung des Äthers in der Stimulierung der Zellkerne besteht. Als Folge dieser Stimulierung aber erscheint eine Verstärkung der allgemeinen Lebenstätigkeit der diese Kerne enthaltenden Zellen" [3]).

Der Zyklus dieser Arbeiten wird geschlossen durch die Untersuchungen Andrews über Tradescantia und Momordica, welche im Laboratorium Prof. Pfeffers angestellt wurden und in den „Annals of Botany, Nr. 76, Bd. 19, Jahrg. 1905 publiziert erschienen. Indem der Autor die von ihm gewonnenen Ergebnisse resumiert, sagt er, daß in einprozentiger Äthyl-Ätherlösung der ruhende Zell-

schließen, daß die Fähigkeit zur Kernverschmelzung und zur gesetzmäßigen Modifikation der Chromosomen eigentlich allen normal einkernigen Zellen zukomme, daß aber diese Fähigkeit unter normalen Verhältnissen bloß bei der geschlechtlichen Fortpflanzung sich zu äußern Gelegenheit habe. — l. c. p. 724.

[1]) J. J. Gerassimoff: „Ätherkulturen von Spirogyra".

[2]) l. c. p. 84.

[3]) l. c. p. 85.

kern die Teilungsfähigkeit verliert. Wenn aber der Kern bereits begonnen hatte, seine Prophasen zu entwickeln, so verlief die Teilung normal sogar in Lösungen von 1, 2, 3, 4, 5 und 6%, wobei sogar auch die Zellscheidewand völlig ausgebildet wurde. Außerdem verlief der ganze Prozeß bedeutend schneller, als beim Kontrollversuch. Erst eine 7% Äthylätherlösung hielt die mitotischen Erscheinungen auf. In derselben Weise äußert sich die Bedeutung des Zellkerns auch bezüglich des Chloroforms. Während der Kern in den Stadien der Anaphase unter der Einwirkung einer halbprozentigen Chloroformlösung in Wasser sich normal teilte, so war er, wenn er sich im Zustand der Ruhe befand, absolut jeder Möglichkeit beraubt, die Mitose überhaupt auch nur anzufangen. Dasselbe wird beobachtet auch bezüglich einer 1/4% oder 1/2%igen Lösung von kohlensaurem Ammoniak.

Bei einer 1%igen Lösung des letzteren findet schon unter keinen Umständen eine Teilung mehr statt. Bei allen erwähnten Versuchen [1]) verlief der Teilungsprozeß stets vermittelst typischer Mitose.

Den zehnten und letzten Punkt seiner Schlußfolgerungen formuliert der Autor in folgender Weise: Diese Versuche beweisen deutlich, daß im Gegensatze zu den Beobachtungen Demoors der Zellkern unabhängig vom Plasma nicht zur Teilung schreiten kann; wird letzteres getötet oder auch nur zeitweise anästhesiert, so erliegt der Kern demselben Schicksal. Der einzige Grund, warum der Kern länger als das Plasma seine Lebenstätigkeit äußert, liegt in der Notwendigkeit eines gewissen Zeitraumes, welchen das Reagens braucht, um bis zum Kerne vorzudringen.

In derselben Weise kann sich der Kern nicht selbst teilen, wenn das Plasma völlig anästhesiert oder getötet ist, wie es ebenso für beide Grundbestandteile der Energiden unmöglich ist, getrennt voneinander leben, selbst unter den sonst allergünstigsten Existenzbedingungen" [2]).

Mit dieser Arbeit beschließe ich meine kurze und, wie schon gleich zu Anfang angedeutet wurde, nur in sehr engen Grenzen [3])

[1]) Außerdem wurden noch verschiedene andere Versuche angestellt, so z. B. mit Temperaturschwankungen mit H, $CO_2$ u. a. m.

[2]) l. c. p. 530.

[3]) Ich folge hier der Einteilung Zimmermanns in seinem bekannten Werke

gehaltene Betrachtung über die Literatur bezüglich des Einflusses der äußeren Bedingungen auf die Pflanzenzelle im allgemeinen und ihre Teilung sowie derjenigen des Zellkerns im besonderen.

## II. Eigene Beobachtungen.

Während mir als Ausgangspunkt für die zu vergleichenden Ergebnisse die Methode Wł. I. Belajeff's [1]) diente, welcher die Figuren der Karyokinese bei Larix dahurica an ins Laboratorium gebrachtem und einige Zeit lang in Wasser bei Zimmertemperatur stehen gelassenem Material erhielt und beobachtete, folgte ich in bezug auf die Art und Weise und die Form der Ätherisierung den Resultaten der Versuche K. Johannsens, welche vom Autor ausführlich in seiner höchst interessanten Broschüre unter dem Titel: „Das Ätherverfahren beim Frühtreiben", Jena 1900, beschrieben wurden. Ein Teil der mit Knospen von Staubgefäßblüten besetzten Zweigen wurde bei einer Temperatur von + 16° R in einem Gefäß mit Wasser ans Fenster gestellt, die andere, in einem zweiten Gefäße befindliche Partie der Zweige wurde je nach Bedarf zu den Versuchen verwendet. Zu diesen letzteren verwendete ich eine Glasglocke mit einfachen Wänden, von 6 Liter Rauminhalt, deren unterer Rand in die Falze des Untersatzes paßte. Im oberen Teile der Glocke war eine Schale zur Aufnahme von Watte oder eines Schwammes angebracht, welcher mit einer bestimmten Raumquantität Äther getränkt wurde. Hierauf wurde das Gefäß mit den in Ätherwasser getauchten Zweigen möglichst schleunig unter die Glocke gebracht und der Falz, in welchen der Rand der Glocke paßte, wurde mit geschmolzenem Selenka'schen Glaserkitt ausgezogen [2]). Um ein schnelleres Erkalten des Kittes zu er-

„Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns"; — „Der Einfluß von äußeren Bedingungen auf den Kern" schließt auch das Kapitel ein: „Der Einfluß verschiedener Chemikalien".

[1]) Diese Methode wurde von Strasburger kontrolliert, wobei die Vergleichung der Figuren der Karyokinese, welche durch das oben angegebene Verfahren erhalten wurden, mit den Figuren von im Freien gesammelten Materiale die völlige Übereinstimmung derselben ergab. „Das Ergebnis lehrte, daß sich im Freien gesammeltes Material in den Teilungsbildern nicht von dem künstlich getriebenen unterscheidet..." (cf. Ed. Strasburger „Über Reduktionsteilung, Spindelbildung etc." Jena 1900).

[2]) Anfänglich stellte ich zuerst die Glocke auf und hierauf erst führte ich die Verkittung aus; es zeigte sich aber nachher, daß es zweckmäßiger ist, zuerst

zielen. wurde der ganze Apparat vorher in eine Wanne gestellt, in welche nach dem Einbringen des Kittes soviel Wasser gegossen wurde, bis der Untersatz der Glocke gänzlich damit bedeckt war. Das Wasser diente im gegebenen Falle nicht nur zur schleunigeren Erstarrung des Kittes, sondern gestattete zugleich auch sofortige Entdeckung mangelhaft verkitteter Stellen, weil der in Form von Bläschen auf der Oberfläche des Wassers erscheinende Äther nicht nur dem Auge, sondern auch dem Ohre die mangelhafte Dichtigkeit der Verkittung verriet. In dieser Weise wurde der Versuch stets des Morgens angestellt, so konnte ich mich während des Verlaufes von mehreren Stunden überzeugen, ob am Apparate alles in gehöriger Ordnung ist; dabei wurde derselbe stets ans Fenster gestellt, um den ätherisierten Zweigen das nötige Licht zukommen zu lassen.

Die Versuche wurden im Januar und Februar 1904 in zwei Serien angestellt. Bei der ersten aus 3 Versuchen bestehenden Serie entsprach in zwei Versuchen die quantitative Verwendung des Äthers genau dem entsprechenden Rezept Johannsen's, welches im Originale folgendermaßen lautet: „Will man in Wasser stehende Zweige ätherisieren,... so ist die bedeutende Äthereinsaugung des Wassers zu berücksichtigen, um nicht ganz irreleitende Resultate zu bekommen. Bei Gleichgewicht zwischen Äthergehalt der Luft und Äthersättigungsgrad des Wassers enthält das Wasser pro Liter etwa 22 mal so viel gelösten Äther, als in der Luft pro Liter verdunstet ist. Wünscht man, um gleich ein Beispiel zu geben, ein Zylinderglas, welches 10 Liter faßt, als Ätherisierungsgefäß zu benützen, so genügen etwa 4 gr Äther, um einige trocken eingestellte Zweige zu ätherisieren, also 0·4 gr pro Liter Luft. Befindet sich aber im Gefäß auch Wasser, so wird das nötige Ätherquantum nach der Wassermenge berechnet. So muß auf ein Liter Wasser die 22-fache Äthermenge zugesetzt werden, um im Äthergleichgewicht mit der Luft zu stehen: ein Liter Wasser erfordert also $22 \times 0{\cdot}4 = 8{\cdot}8$ gr Äther, die restierenden 9 Liter Luftraum dagegen $9 \times 0{\cdot}4 = 3{\cdot}6$ gr flüssigen Äther, welchen auf ein in

den geschmolzenen und gut erwärmten Glaserkitt in den Falz zu ziehen und erst hierauf den Rand der Glocke in den Falz einzusetzen; dann wurde die Glocke mit einem Gewicht von 1000 gr beschwert.

dem geschlossenen Raume aufgehängtes Schwämmchen oder dergl. zur Verdunstung gebracht wird“ [1]).

Die Zweige von Larix dahurica, welche sich im Zustande der Winterruhe befanden, wurden für den ersten Versuch am 11. Januar 1904 gesammelt und sofort in reines Wasser gebracht, unter welchem sie mit sehr scharfem Skalpell beschnitten wurden. Nach Verlauf von 2 Tagen, das ist am 13. Januar 1904 wurden sie in einem Halblitergefäß in Wasser gestellt, welchem ein Quantum von 4·4 gr Äther in einem besonderen Gefäße beigemischt wurde. In die innerhalb der Glocke mit 6 Liter Rauminhalt angebrachte Schale wurde ein Stück Watte gelegt, welche mit 2·4 gr Äther getränkt worden war. Unter diesen Bedingungen verblieben die Zweige 2 Tage lang, von 13.—15. Januar 1904. Nach Beendigung des Versuches wurden die Zweige der Vorschrift Johannsen's entsprechend [2]) in fließendem Wasser, das eine Temperatur von 4⁰ hatte, gut ausgewaschen. Hierauf wurden sie in reinem Wasser unter der Glocke bei einer Temperatur des Versuches von 16⁰ R = 20⁰ C [3]) ans Licht gestellt. Nach Verlauf von 3 Tagen, d. i. am 18. Januar, als eine beginnende Veränderung im Aussehen der Knospen konstatiert wurde, wurden drei Stück der letzteren abgeschnitten und in alkoholischer Pikrinsäurelösung (Pikrinsäure 20 gr + 150 ccm Alc. absol.) fixiert. Dasselbe geschah am 21. u. 23. Januar mit je 3 Knospen, wobei in den beiden letzten Fällen die Fixierung in alkoholischer Sublimatlösung erfolgte. Jedesmal, wenn die Blüten von den ätherisierten Zweigen fixiert wurden, entnahm ich zur Vergleichung mit ihnen auch von dem besonders aufgestellten Kontrollmaterial, welches in der gleichen Temperatur von 20⁰ gehalten wurde, gleichfalls 2—3 Blütenknospen und unterwarf diese, genau so wie die ersteren, der Fixierung. Dies wiederholte ich auch bei den folgenden Versuchen, und werde dessen daher im nachfolgenden Texte nicht mehr besonders Erwähnung tun.

[1]) l. c. s. 19 u. 20.

[2]) „Sobald die Pflanzen aus dem Ätherkasten genommen worden sind, müssen sie gut begossen und bespritzt und gleich zum Treiben gestellt werden“ l. c. p. 22.

[3]) Die Dosen, welche unten empfohlen werden, haben nur Geltung für eine Temperatur von etwa 17—19⁰ C.

Dem allgemeinen Aussehen nach zeichneten sich die dem Versuche vom 23. Januar 1904 an unterwofenen Zweige durch Frische und Gesundheit aus; erst am 27. Januar fingen die Nadelbüschel an, gelb zu werden und abzufallen.

Das vermittelst des Mikrotoms in einer Dicke von 1—5 $\mu$ geschnittene Material wurde mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin und Orange G oder mit der Erlich-Biondi-Heidenhein'schen „Triazidmischung" gefärbt. Die Pollenmutterzellen glichen in den ersten Tagen nach dem Versuche mehr oder weniger den Abbildungen in der Arbeit W. Belajeff's vom Jahre 1894 [1]), d. h. ihr feinkörniges Plasma lagerte sich in den meisten Fällen strahlenförmig um einen sehr großen Zellkern. Innerhalb desselben färbte das Hämatoxylin jedoch nur den sehr großen Nukleolus, während der übrige Inhalt entweder gänzlich ungefärbt blieb, oder das Orange G wurde dadurch in gelbliche Punktflecken differenziert, welche in der durchsichtigen Masse aufgehängt waren. Der außerordentlich große Nukleolus stellt keine homogene Maße dar, sondern ist immer stark vakuolisiert (Fig. 1, 2 u. 3), wobei sich eine ganze Reihe von Übergangsstufen bis zum völligen Zerfall in mehrere einzelne Teile ergibt. Im Sinne des eben Gesagten ist daher (Fig. 4) besonders interessant, in welcher wir inmitten des durchsichtigen Kerninhaltes 5 Nukleoli sehen, als hingen sie an Protoplasmafäden, welche von außen in denselben eingedrungen sind. Es kommt jedoch auch vor, daß mit dem Schwund des ursprünglichen Nukleolus diese Produkte zweiten Grades viel zahlreicher auftreten als in dem angeführten Falle, und dann sind sie bedeutend kleiner an Umfang. An einigen Präparaten kann man vorzüglich sehen, wie sich in einem solchen vakuolisierten Nukleolus große kompakte Gruppen abscheiden, welche durch ein äußerst feines Fadengerüst von ähnlicher Färbung miteinander verbunden sind (Fig. 5, 6).

Dieses Bild erinnert sehr stark an die Fig. 2 in der Arbeit von O. Rosenberg [2]), welche einen ganzen Tochterkern der Pollenmutterzelle bei dem Bastarde von Drosera rotundifolia und Dr. longifolia darstellt. Die sich teilenden Zellen, welche in sehr be-

[1]) Zur Kenntnis der Karyokinese bei den Pflanzen". Flora, 1894.

[2]) O. Rosenberg: „Über Tetradenteilung eines Drosera-Bastardes". Ber. d. D. bot. Ges., Heft I, 1904.

schränkter Anzahl auftreten, enthalten mehr oder weniger anormale Figuren der Karyokinese.

Fig. 7 stellt das Stadium des Muttersternes dar, mit einer sehr bestimmten Anzahl von Chromosomen-Gruppen[1]). Am Äquator befinden sich deren 4, links an der Seite hat sich das eine verlaufen, und außerdem lagert das eine wie ein Centrosom am obern Pole der Achromatinspindel. Um diese letztere bildet das sie umgebende Plasma eine Art körnige Sphäre. Dem allgemeinen Charakter der Spindel, der Befestigungsart der Achromatinfäden an den Segmenten, ebenso wie den Umrissen der Chromosomen nach zu urteilen, ist dieses Präparat der Fig. 6 in der oben zitierten Arbeit Belajeffs[2]) sehr ähnlich, und erinnert ebenso bis zur einem gewissen Grade an die Fig. 70 u. 73 von Němec[3]). Es kommen aber auch Fälle vor, in welchen das Bild einen noch pathologischeren Charakter zeigt, nämlich wenn die Chromosomen oder Chromosomen-Gruppen, wahrscheinlich infolge ungleichzeitigen Auseinandergehens nach den Polen[4]) zu, sich reihenförmig an der Achromatinspindel entlang lagern, oder wenn sie, in eine Menge von formlosen, unregelmäßigen Stücken — ähnlich wie es auch Blazek beschreibt — zerfallen und sich auf deren ganzen Ausdehnung zerstreuen (Fig. 8, 9). In dem außerordentlich selten zu findenden Stadium der Bildung der 2 Tochterkerne (Fig. 10) ist die Membran, der körnige, in protoplasmatischer Färbung sich darstellende Inhalt und mehrere (4 — 5) Nukleolen sehr deutlich zu sehen. Beide Zellkerne sind durch Achromatinfäden miteinander verbunden, welche an der Stelle, wo gewöhnlich die Bildung der Zellwand erfolgt, außerordentlich zart sind, d. h. welche vorläufig noch nicht die geringsten Spuren der beginnenden Entstehung dieser Wand zeigen. Übrigens beobachtete ich an demselben Präparate Pollenmutterzellen mit 4 völlig ausge-

[1]) Da ihre Zahl im Verhältnis zu der normal reduzierten die Hälfte beträgt, so sind sie vierwertig; um jedoch durch die Bezeichnung „vierwertige Chromosomen“ zu keinem Mißverständis Anlaß zu geben, bediene ich mich der obenstehenden: „Chromosomengruppe“.

[2]) „Zur Kenntnis der Karyokinese bei den Pflanzen“; Flora 1894.

[3]) Über die Einwirkung des Chloralhydrates etc.“ (cf. zit. in d. lit. Einleitung dieser Arbeit).

[4]) Derartige Figuren werden, wie ich mich persönlich an den Präparaten von Prof. Němec überzeugen konnte, normal angetroffen — wenn ich nicht irre — bei der wiederholten Kernteilung der Pollenmutterzellen von Larix sibirica.

bildeten Tochterkernen, welche nebeneinander gelagert waren (Fig. 11). Nach den Resultaten zu urteilen, welche mit den von Belajeff[1]) erhaltenen Ergebnissen zusammengefaßt werden, ergibt sich auf diese Weise, daß Äther in der oben angeführten Dosis 1) entweder irgend einen besonderen Zustand des Chromatins in den Kernen hervorruft, so daß infolgedessen dasselbe gar nicht gefärbt wird, was besonders deutlich bei der Anwendung des Heidenhein'schen Hämatoxylins hervortritt, oder aber auf dessen Konzentrierung einwirkt, ausschließlich inForm von Nukleolen;

2) daß er hemmend auf den regulären Verlauf der Karyokinese einwirkt, d. h. auf die Stellungsveränderung und das Auseinandergehen der Chromosomen, von dem Vorhandensein der Achromatinspindel ganz abgesehen;

3) daß er der normalen Bildung der Zellplatte hinderlich ist, wie solches der eben angeführte Fall von dem Vorkommen von 4 Zellkernen beweist.

Nach der Photographie Nr. 7 und der Abb. Nr. 8 zu urteilen, zeigt sich die Einwirkung des Äthers auch bei der numerischen Reduktion der Chromosomen, was schon Němec für seine Versuche bemerkt hat. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse von Belajeff[2]), Strasburger[3]), Overton[4]) und Iuel[5]) ist es bekannt, daß die Anzahl der Chromosomen in den Pollenmutterzellen ebenso wie in den Archegonien von Larix 12 beträgt, d. h. auf die Hälfte reduziert ist, im Vergleich mit deren Anzahl in den Kernen des vegetativen Gewebes. Die von mir obenerwähnten Präparate zeigten trotz sorgfältigsten Nachzählens deren nur sechs, also folglich die Hälfte der normalen, gewöhnlichen Anzahl. Im gegebenen Falle ist jedoch

[1]) Obgleich ich Kontrollmaterial zu meiner Verfügung hatte, so habe ich dennoch in Anbetracht dessen, daß die Ergebnisse W. Belajeffs, wie oben erwähnt, durch die sowohl im Laboratorium, als auch im Freien angestellten Untersuchungen Strasburgers bestätigt wurden, sie als Grundlage für meine vergleichenden Zusammenstellungen angenommen, da ich die Anfertigung einer solchen bereits bestätigten Serie von Schnitten im gegebenen Falle für überflüssig hielt.

[2]) l. c.

[3]) Strasburger: Hist. Beitr. „Über d. Verhalt. d. Pollens u. d. Befruchtungsvorgänge bei d. Gymnospermen". Jena 1892.

[4]) Overton: „Über die Reduktion der Chromosomen in d. Kernen d. Pflanzen", Vierteljahrsschrift d. Naturf.-Gesellsch., Bd. 38, 1893.

[5]) Iuel: „Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung". Jahrb. f. wiss. Bot., 1900, Bd. 35.

diese Verringerung durch den unmittelbaren Einfluß des Äthers hervorgerufen worden, während bei Němec sich 2 Kerne unter der Einwirkung von 0·75 % Chloralhydrat zunächst zu einem einzigen verschmelzen und dann erst, nach Verlauf einer Reihe von Teilungen sich autoregulativ ihre Zahl auf die Hälfte verringert, (d. h. „es kommt dabei eine Reduktion der Chromosomen vor").

---

Das Material vom 21. u. 23. Januar zeigte, daß das von der Zellmembran zurücktretende Plasma stark vakuolisiert war und daß die kleinen Kerne von unregelmäßiger Gestalt mit einem körnigen Inhalte mit mehreren winzigen Nukleolen angefüllt waren. Überhaupt war sofort ersichtlich, daß man es mit völlig desorganisierten und absterbenden Zellen zu tun hatte, während das Kontrollmaterial der korrespondierenden Tage völlig abgerundete Pollenkörner mit einer oder auch zwei abgetrennten Zellen des männlichen Prothalliums enthielt. Das Innere der Staubgefäße entsprach daher im gegebenen Momente nicht der äußeren Ansicht der Benadelung, welche bis zum 27. Januar durch ihr frisches Grün und gesundes Aussehen ins Auge fiel.

---

Nach Beendigung des ersten Versuches wurden dem erhaltenen Material zwei Zweige entnommen, an denen die Knospen am wenigsten entwickelt waren, und genau denselben Bedingungen unterworfen, wie beim vorhergehenden Versuche. Der einzige Unterschied bestand in der längeren Zeitdauer der Versuchsperiode; während sie nämlich bei der ersteren im ganzen 2 Tage dauerte, wurde jetzt ein Tag hinzugeführt, d. h. der Versuch dauerte vom 15. Januar 1903 bis zum 18. Januar 1904. Man könnte vielleicht fragen, warum kein Versuch von 24 stündiger Dauer angestellt wurde. Ich richtete mich aber in diesem Falle nach den Weisungen Johannsens bezüglich der „Dauer der Ätherisierung", welcher dabei zur Erreichung der günstigsten Resultate eine 48 stündige Versuchsdauer empfiehlt. „Gewöhnlich wird es am passendsten sein, den Ätherdampf 48 Stunden einwirken zu lassen. Im Anfang der Nachruhe, sowie in der Vorruhe (bei Flieder) kann 72 Stunden Wirkungszeit nützlich sein" (p. 18). Dieses Zitat diente mir als Vorschrift bei der Festsetzung der Zeitdauer der ersten Versuche,

denn die vom Autor erhaltenen Tatsachen sprachen dafür, daß nur die vom ihm bestimmte Quantität des Narkotikums und die Zeitdauer der Narkose nicht nur nicht schädlich auf die nachfolgende Entwickelung der Knospen einwirkt, sondern im Gegenteile sie zu schnellerer und kräftigerer Entwickelung anreizt.

Sofort nachdem die Glasglocke aufgehoben wurde, fixierte ich 2 Staubgefäßknospen in alkoholischer Pikrinsäurelösung, um mich zu überzeugen, in welchem Zustande sich der Inhalt der Pollennester befindet.

Es ergab sich, daß die Pollenmutterzellen sich darin in großer Anzahl vorfanden und keinerlei Anzeichen irgendwelcher Desorganisierung zu finden waren. Das grobkörnige Plasma füllte die ganze Zelle völlig aus, wobei es nirgends von der Membran zurückgetreten erschien. Der sich weder mit Orange G noch mit Hämatoxylin färbende Inhalt des Zellkerns war hauptsächlich an dessen von einer feinen Membran umgebenen Peripherie angehäuft und sendete zarte, sich untereinander verwebende Fäden von gleicher körniger Beschaffenheit wie der Kerninhalt selbst nach dem Nukleolus aus, welcher zwar stark vakuolisiert erschien, sich aber nicht durch auffallende Größe auszeichnete.

Bereits am folgenden Tage veränderte sich das Bild (Präparate vom 19. Januar 1904). Um den im gegebenen Momente meistens nur eine einzige runde zentrale Vakuole einschließenden Nukleolus herum beginnen sich im Orange G stark gefärbte Körnchen anzuhäufen, welche ihn in sehr gleichmäßiger Weise von allen Seiten gleichsam bekleiden. Der Nukleolus nimmt von Tag zu Tag stark an Größe zu, die Vakuolisation verschwindet ebenso wie die ihn umgebende körnige Masse, und im Innern des Kernes erscheinen allmählich zusammenhängende, ungefärbte Fäden, welche sich zu einem unregelmäßigen Netz vereinigen, in welches hie und da mit Eisenhämatoxylin intensiv schwarz gefärbte Chromatinkörner eingelagert zu sehen sind (Fig. 12).

Nach Verlauf von einiger Zeit (Präparate vom 21. Januar 1904), nach dem Verschwinden der Kernmembran, des Nukleolus und der netzartigen Struktur des Zellkernes sind in dem homogenen, körnigen Inhalte desselben nur noch bald kurze dicke, bald gebogene Chromosomen-Gruppen sichtbar, welche, besonders in ersterer Gestalt, lebhaft an eine normale Diakinese bei Monokotylen und an die Rosenberg'schen Figuren erinnern, die eine numeri-

sche Reduktion des Chromatins darstellen[1]) (Fig. 13, 14, 15 u. 16). In gewissen Fällen sind die einzelnen Gruppen so scharf und deutlich sichtbar, daß deren Anzahl ohne jede Schwierigkait genau festgestellt werden konnte, nämlich 6, d. h. ihre Zahl ist in bezug auf ihre normale Anzahl genau ebenso auf die Hälfte reduziert, wie solches in gleicher Weise bei unserem ersten Versuche der Fall war. Teilungsfiguren kommen vorläufig in noch sehr geringer Zahl vor, obgleich hie und da welche anzutreffen sind, aber bereits nach zwei Tagen (Präparate vom 23. Januar 1904) wächst ihre Anzahl außerordentlich rasch.

Die Karyokinese trägt hier nur ausnahmsweise, in zwei oder drei Fällen unter mehreren hundert, ein mehr oder weniger normales Aussehen (Fig. 16), wenn wir die geringe Entwickelung und die abgerundete Form der Chromatinsegmente und eine gewisse geringe Zahl von Spindelfäden, welche fast alle ohne Ausnahme sich um die 4 in der Schnittfläche sichtbaren Segmente[2]) anhäufen, in Betracht ziehen. Zu den mehr regulären Fällen muß auch Fig. 17 gerechnet werden, welche das Stadium des Auseinandergehens der Chromosomen der äußerst regelmäßig gebildeten, zweipoligen Spindel darstellt.

In den meisten Fällen aber zeigt die Mitose, obgleich sie alle Charakterzüge einer heterotypischen Teilung beibehält, dennoch eine Menge äußerst interessanter Abweichungen von der Norm. So zeigt z. B. Fig. 17 einen Mutterstern mit Chromosomen, welche im Begriff sind, auseinanderzugehen. Eine Gruppe davon lagert sich wieder ähnlich so, wie es in Fig. 7 dargestellt ist, an einem der Pole der Achromatinspindel, deren Fäden sich sehr schön abzeichnen, und dabei ist deutlich sichtbar, wie sie, zu mehreren vereint, an der einen und der andern Seite jedes Chromatinsegmentes befestigt sind. Ein derartiges Bild sehen wir in Photogr. No. 18. Aber trotz des sorgfältigsten Suchens nach Figuren, welche dem Texte und den

[1]) Von derselben Erscheinung spricht augenscheinlich auch Häcker in seiner Arbeit „Mitosen im Gefolge amitosenähnlicher Vorgänge". (Anat. Anzeig. 1900. 17.) „Zwischen Spirem und Aster schiebt sich ein Stadium ein, das die Chromatinelemente in lockerer Verteilung im Kernraume und daher schon eine vollkommene Trennung der Spalthälften zeigt". Zitiert nach dem Referate von Correns in der Bot. Zeitg., Nr. 18, 1900.

[2]) Ich konnte in der gegebenen Zelle mit völliger Genauigkeit 10 Chromatinsegmente zählen.

Abbildungen W. Belajeffs entsprechen würden, und welche die Bildung dieser Spindel vermittelst ihrer Lagerung in einem besonderen, den Kern umgebenden Zentrum, oder solchen Plasma-Zentren[1]) erklären könnten, gelang es mir nicht, derartige Figuren zu finden. Obwohl ich eine Menge unregelmäßig begrenzter Kerne (Fig. 19). mit und ohne Membran, ähnlich wie in den Fig. 4, 13 und 14 der Belajeff'schen Arbeit beobachtet habe, so war es mir dennoch niemals gelungen, die Entstehung der Spindel außerhalb derselben zu bemerken. Ich halte es für möglich, diese Tatsache durch die Einwirkung des Äthers auf das Plasma der Zelle zu erklären. Unter dem Einflusse der Ätherisierung konzentriert sich augenscheinlich der ganze Vorgang der Spindelbildung ausschließlich innerhalb der Kernsubstanz. Allerdings kommen einzelne Zellen vor (Fig. 20), welche nach dem allgemeinen Charakter der Spindel bis zu einem gewissen Grade an die oben erwähnte Fig. 13 erinnern, allein eine detailliertere Untersuchung derartiger Objekte brachte mich zu der Überzeugung, daß es sich in unserem Fall um eine multipolare Spindel von intranukleolarer Herkunft handelt, weil man ihre allgemeinen Konturen im Inhalte des letzteren zu einer Zeit verfolgen konnte, während welcher er noch von der Kernmembran umgeben war.

Es kommt aber auch vor, daß trotz der normal entwickelten Spindel die Chromosomen oder Chromosomen-Gruppen sich vielfach an ihr entlang lagern, d. h. ähnlich wie es Fig. 8 des ersten Versuches darstellt (Fig. 21, 22). Ein derartiges Verhältnis der Chromosomen zu der Achromatinspindel scheint die Ansichten von Němec zu bestätigen, welcher sagt, daß „das Erscheinen der achromatischen bipolaren Spindel ein Symptom von Vorgängen in der Zelle wäre, welche die Bewegung der Chromosomen zustande brachte, ohne daß jedoch die Spindel diese Bewegung bewirkt. Daß die Spindelfasern und speziell die sogenannten Mantelfasern nicht die Bewegung der Chromosomen bewirken müssen, scheint mir daraus hervorzugehen, daß bei zahlreichen dikotylen Pflanzen die Nukleolen ebensolche Bewegungen ausführen, wie später die Chromosomen, ohne daß sie mit achromatischen Fasern verbunden wären“ [2]).

[1]) „...außerhalb des Kerns, dessen Umrisse noch erhalten waren, aus einem im Plasma gelegenen Knoten ein Fasernbündel entspringt, und in den Kern dringt“ (Fig. 12). — l. c. p. 9.

[2]) l. c. s. 713.

Den stärksten Fall der unterdrückenden Einwirkung des Äthers zeigen uns Fig. 23, 24, 25, wobei die Segmente ohne jede bestimmte Ordnung inmitten des körnigen Plasmas der Zelle liegen, in welcher keine Spur von einer Spindel vorhanden ist, oder wie z. B. in Fig. 25, wo kaum schwache Andeutungen davon in Form von einigen protoplasmatischen fadenförmigen Anhäufungen in der Richtung von dem großen F — förmigen Chromosom zur Membran der Pollenmutterzelle zu bemerken sind. Im allgemeinen machen diese Bilder den Eindruck, als wenn sich die Chromosomen in den Zellen ziellos umherbewegen würden.

Zu den, so zu sagen, weniger verzerrten Bildern muß daher Photogr. 26 gerechnet werden; hier liegen in der Mitte der Zelle ohne irgendwelche Spuren von einer Spindel, als wenn sie im Moment des Muttersternes festgehalten worden wären, dicke, lange, gleichsam zusammengebogene und in der Art von Stricken geflochtene Chromosomen; diese ähneln sehr den Strasburgerschen Figuren, welche die Reduktionsteilung bei Lilium, Allium oder Podophyllum [1]) darstellen, sowie auch den Darstellungen K. Miake's über die Reduktionsteilung bei den Monokotyledonen in seiner letzten Arbeit vom Jahre 1905 [2]).

Wenn uns derartige Figuren gleich in den ersten Tagen nach Beendigung des Versuches vorgekommen wären, so würden wir zweifellos annehmen, daß wir es mit einer Atrophie der vorhandenen Spindel zu tun haben, als einer Folgeerscheinung der Chloroformierung, wie solches von Němec in seinen Versuchen nachgewiesen wurde. In diesem Falle aber, nach Verlauf einiger Tage nach dem Versuche, bleibt nur eine einzige Ansicht über die Bedeutung dieser Tatsache möglich, nämlich die Unmöglichkeit, überhaupt eine Spindel zu bilden in Anbetracht der hemmenden Wirkung des Äthers, welche sich gerade in dieser Richtung besonders stark äußert. Wenn jedoch die Kernteilung sich so oder anders vollzogen hat, so bildet sich aber in den meisten Fällen die Zellscheidewand nicht, sondern im Innern der Mutterzelle liegen vier Kerne, welche von einer gemeinschaftlichen Membran umschlossen sind und miteinander durch körnige Fäden des sie umgebenden Plasmas verbunden sind. Dabei ist die Lagerung dieser 4 Kerne eine sehr regelmäßige, kreuzförmige, wie solches Fig. 27 darstellt.

[1]) „Über Reduktionsteilung, Spindelbildnng etc. im Pflanzenreiche". Jena 1900.

[2]) Jahrb. f. wiss. Bot. 42. Bd. Heft 1905.

In stärker plasmolysierten Zellen zieht sich der Kern nach der Oberfläche des im Inneren der Zellmembran zusammengezogenen Plasmas zurück und bildet dort in geringer Anzahl Chromosomen, welche untereinander durch feine Achromatinfäden verbunden sind (Fig. 28).

Allgemein gesagt, äußerte sich das Resultat dieses Versuches in einer Unterdrückung der Tätigkeit des Plasmas, welches, vergleichsweise wieder von den Resultaten der Arbeiten W. Belajeffs ausgehend, augenscheinlich unfähig ist, einen Impuls zur Spindelbildung zu geben; die bi- oder multipolare Spindel entsteht daher im Kerninnern, und nach dem Schwund der Kernmembran dringt sie, oder besser gesagt, fließt sie gewissermaßen mit ihren Enden in die körnige Plasmamasse der Zelle hinein Wenn die Einwirkung des Äthers so stark ist, daß überhaupt keine Spindelbildung stattfindet, so verlieren auch die Chromosomen die Fähigkeit sich zu gliedern und auseinanderzugehen, sondern lagern sich in einer oder auch in mehreren Gruppen, mitunter auch einzeln (Fig. 24) inmitten des dichtkörnigen Plasmas der Zelle, mit welchem der ganze übrige Kerninhalt zu einer Masse zusammenschmilzt. Mitunter kommen einzelne Fälle normaler Karyokinese vor, und manchmal wird die Bildung der Zellplatte bis zum Ende durchgeführt; so habe ich, beiläufig gesagt, Pollenmutterzellen gefunden, welche in 4 Pollenkörner geteilt waren. Es sind dies jedoch Ausnahmefälle. Im allgemeinen sind die Zellen en masse unter den obenangeführten Bedingungen hierzu nicht fähig und in den meisten Fällen endete der ganze Vorgang mit der Bildung von 4 Kernen, welche von einer gemeinschaftlichen Membran der Pollenmutterzelle umschlossen wurden[1]).

Der III Versuch mit einem der Zweige, welche seit dem 11. Jan.

[1]) Vielleicht erscheint es sonderbar, daß ich bei der Besprechung der 4 Kerne, die aus der ursprünglichen Pollenmutterzelle hervorgegangen sind, der zweiten Teilung derselben gar keine Erwähnung tue.

Ich hielt es aber für notwendig, von der Publizierung der Ätherisierungs-Resultate in der angegebenen Richtung in Anbetracht der noch nicht genügend bearbeiteten Erforschung des normalen Verlaufes der Teilung der Tochterkerne von Larix Abstand zu nehmen.

Es erschien mir dies um so ratsamer und sogar notwendig, da über diesem Thema, wie ich erfuhr, Prof. Němec arbeitet. Mit Resultaten seiner Untersuchungen Vergleichungen zu machen, wird das Richtigere sein und ich hoffe darüber in nächster Zeit berichten zu können.

1904 in Wasser standen, wurde wie die vorhergehenden am 19. Jan. 1904 angestellt. Anstatt Äther kam jedoch Chloroform zur Anwendung und zwar wurde ein Stück Watte mit 4 ccm getränkt und auf ein Uhrglas gebracht. Das Wasser mit den Larixzweigen blieb ganz rein infolge der geringen Löslichkeit des Chloroforms in demselben (1:0,07). Nach Verlauf von 24 Stunden, also am 20. Jan. 1904, wurden die Zweige eine Stunde lang in fließendem Wasser von 4° R. gewaschen und darauf wiederum unter den vorherigen Bedingungen abermals auf 24 Stunden der Chloroformierung unterworfen, worauf nach Beendigung des Versuches, am 21. Jan. 1904[1]) ein wiederholtes Auswaschen wie vorher stattfand. Das Resultat des Versuches zeigte sich bereits in dem äußeren Aussehen der Knospen. Sie sahen kränklich und verschrumpft aus, die Staubgefäße waren von gelbgrüner Farbe und beim Anfühlen fiel sofort das Fehlen jeglichen Turgors der Gewebe auf. Das Material wurde sofort nach Beendigung des Versuches (am 21. Jan. 1904) in alkoholischer Sublimatlösung fixiert, ebenso wie auch dasjenige, welches derselben Behandlung nach zwei Tagen (23. Jan. 1904) unterworfen wurde und zeigte nach vorgenommener Schneidung und Färbung eine völlige Plasmolyse nicht nur in den Pollenmutterzellen und deren Produkten, sondern auch ausnahmslos in allen Zellen der Wände der Pollensäcke. Der plasmatische Inhalt aller Zellen lag entweder in der Mitte oder irgendwo an der Seite der Zelle in Form eines kleinen, stark vakuolisierten Knäuels. Irgend welche Veränderungen im Kerne, im Nukleolus, in den Teilungsfiguren etc. konnte ich im gegebenen Falle bei diesem Versuche wegen der eben erwähnten außergewöhnlich starken Plasmolysierung des Zellinhaltes nicht beobachten.

In der Absicht, die Einwirkung des Äthers noch weiter zu verfolgen, d. h. bei der Bildung der Zellen des Prothalliums, der antheridialen und der embryonalen Zellen des Pollenkornes, nahm ich eine gewisse Anzahl frischer Zweige, stellte sie ins Wasser und unterwarf einen Teil derselben nach Verlauf einiger Tage genau nach der vorher angewendeten Methode der Ätherisierung. In Anbetracht dessen aber, daß dies in den vorherigen Versuchen nach den Vorschriften Johannsens angewendete Quantum Äther eine allzu

[1]) Der Versuch dauerte 48 Stunden, gleichfalls nach den Anweisungen Johannsens.

sehr zerstörende Wirkung auf den Verlauf der Mitose ausübte und es zu keiner normalen Bildung des Pollenkorns kommen ließ, wurde dieselbe auf die Hälfte herabgesetzt, mit andern Worten, auf 6 Liter Luft wurden 2 ccm Äther genommen; in das Wasser des $^1/_2$ Liter fassenden Gefäßes, in welchem das Versuchsmaterial stand, wurden nur 3·1 ccm Äther gegossen. Nach Verlauf von 24 Stunden (vom 18. Febr. bis 19. Febr. 1904) wurde der Versuch beendet und die hierauf sorgfältig in Wasser gewaschenen Zweige unter eine Glasglocke bei voller Belichtung und einer Temperatur von 16⁰ R. ans Fenster gestellt. In der Zeit vom 20. Febr. 1904 bis zum 27. Febr. 1904 wurden täglich nach der gewöhlichen Methode 2 bis 3 Knospen fixiert.

An den Präparaten des geschnittenen Materials fiel sofort die Tatsache einer, so zu sagen, ununterbrochenen Zellteilung in die Augen. Die Sache verhält sich nämlich so, daß bei dem Kontrollmaterial nach meinen Beobachtungen zwischen den Teilungen der Pollenmutterzelle in 4 neue einerseits, und dem Beginne der Bildung des Prothalliums im Pollen andererseits eine gewisse Pause eintritt. Die Teilung der Pollenmutterzelle in 4 neue Zellen vollzieht sich außerordentlich rasch, darauf folgt die Trennung der neu gebildeten Elemente voneinander und hierauf erfolgt, während ihrer weiteren Abrundung, erst nach Verlauf eines gewissen Ruhezeitraumes, die Bildung des Vorkeims. Bei der Ätherisierung hingegen schreiten die 4 Produkte der Pollenmutterzelle, ohne sich zu trennen, fast gleichzeitig zur Bildung dieses letzteren, wobei seine Formierung stets in einer und derselben Richtung, nämlich nach dem Zentrum dieser 4-zelligen Gruppe zu, vor sich geht (fig. 29).

Um nun die Einwirkung des Äthers auf den zur Prothalliumbildung schreitenden Zellkern richtig schätzen zu können, bemühte ich mich zunächst am nichtätherisierten Material den Unterschied zwischen den Kernen der Pollenmutterzellen und deren Produkten aufzuklären. Die Verschiedenheit im Bau der Kerne der Zellen, welche die Prothallien bilden, einerseits und im Bau des Kernes der Pollenmutterzellen andererseits fällt sofort in die Augen, weil der Kerninhalt der erstern in Form eines anfänglich sehr zarten Netzes erscheint, welches aber später immer dicker und dicker wird (fig. 30). Das Gerüst des Netzes selbst färbt sich ziemlich schwach, dagegen färben sich die in seinen Knotenpunkten lagernden Körner, deren Anzahl ab-, deren Umfang aber zunimmt, sehr

intensiv mit allen möglichen Farben. Außer ihnen bemerkt man noch ein oder zwei nicht besonders große, mehr oder weniger vakuolisierte Nukleoli. Mit einem Worte, das Bild erinnert im allgemeinen an dasjenige, welches in Fig. 12 des vorhergehenden Versuches dargestellt ist und welches uns meiner Ansicht nach die Wiederherstellung normaler, der Bildung der Overton'schen „Prochromosomen" [1]) vorangehender Beziehungen im Kerne der Pollenmutterzelle zeigt. Der Kerninhalt nimmt allmählich die Gestalt eines körnigen Bandes an, welches seinem allgemeinen Charakter nach in die Fig. 47, 47, 49, 50 und 51 und ganz besonders an Fig. 173 der bereits weiter oben zitierten Arbeit Strasburgers [2]), ebensowie auch an Fig. 15, wie sie K. Mijake in seiner letzten Arbeit über Reduktionsteilung gibt [3]), erinnert. Der Kern tritt nun in die Mitose ein, deren einzelne Stadien sehr schnell aufeinanderfolgen. Es bilden sich zwei halbmondförmige, kleine, im Laufe der Zeit gänzlich zusammenschrumpfende Zellen und zwei größere, von welch letzteren die eine in der andern eingebettet ist (Fig. 31).

Während der ganzen Zeit dieser vier Teilungen behält der Kern seinen gleichartigen Charakter, d. h. die Chromatinsegmente zerstreuen sich sofort nach ihrem Auseinandergehen nach den Pollen körnerweise in die sie zunächst in Form eines regelmäßigen Bandes verbindende Zwischensubstanz, welche hernach ein die einzelnen Chromatinkörner (Pangenosomen) verbindendes Netzgerüst bildet. Wenn die zwei großen Zellen bereits gebildet sind, dann nimmt zwar der Umfang der Kerne ab, sie schrumpfen gewissermaßen zusammen, ihre netzartige Struktur bleibt aber nichtsdestoweniger völlig deutlich sichtbar. Vergleicht man diese Resultate mit den Ergebnissen der Spezialarbeit Belajeffs und Strasburgers, so ergibt sich daraus bezüglich der Pollenmutterzellen ein großer Unterschied. Dieser Unterschied tritt noch deutlicher und schärfer hervor, wenn wir die völlige Regelmäßigkeit im Bau der Zellkerne des vorliegenden Versuches mit dem Bau der Kerne der Pollenmutterzellen der vorhergehenden Serie vergleichen. Ich sage, daß er schärfer hervortritt, weil bei Belajeff außer dem großen Nukleolus eine gewisse Körnigkeit sichtbar ist, welche von den an der Peripherie des Kernes lagernden

[1]) Jahrb. für wiss. Botan. Bd. 42. 1905.

[2]) „Über Reduktionsteilung etc." l. c.

[3]) „Über Reduktionsteilung etc." cf. Jahrb. für wiss. Bot. 1905. Bd. 42.

Chromatingruppen abhängig ist, von welch letzteren jede später den Anfang zu je einem Chromatinsegmente liefert, — während bei meinen ätherisierten und chloroformierten Zellen die ganze, mit Hämatoxylin oder irgend einen andern Chromatin entwickelndem Farbstoff tingierte Substanz des Zellkernes sich im Nukleolus anhäuft, sein ganzer übriger Inhalt hingegen sich entweder gar nicht färbt (cf. Fig. 4), oder, ähnlich wie das Zellplasma, wenn es der diffusen Wirkung von Orange G, wie oben erwähnt, unterworfen wird, gelbliche Körner bildet, die ohne jegliche bestimmte Ordnung in dem ganzen Raume zerstreut sind (Fig. 2 und 3). Wenn man aber die ätherisierten Kerne der Pollenmutterzellen der ersten Serie meiner Versuche mit den ätherisierten Kernen des Materials der andern Serie, d. h. mit den entstandenen Zellen vergleicht, so verschwindet der Unterschied zwischen den Kernen, er gleicht sich aus, weil das Narkotikum augenscheinlich die Eigentümlichkeit und den Bau der Kernsubstanz zerstört. Dies erfolgt deshalb, weil es sich in denselben in Gestalt von Fetzen oder Körnerchen verteilt, welche unter dem Einflusse von Eisenhämatoxylin oder von Delafield'schen Hämatoxylin und von Orange G sich ähnlich färben, wie extranukleoläres Plasma. Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß in den Präparaten ungefähr die Hälfte der Kerne dem Einflusse des Äthers widerstand und eine den oben beschriebenen nichtätherisierten Zellen charakteristische Struktur beibehielt. Bei den Schnitten des Materials vom 25., 26. und 27. Februar zeigte die Mehrzahl der aus den Pollenmutterzellen hervorgegangenen Verergruppen in allen Gonen je zwei kleine Zellen des Prothalliums und je zwei andere größere. Dies spricht augenscheinlich dafür, daß in dieser Richtung die Einwirkung des Äthers in der von mir angewendeten Menge dem normalen Verlaufe des Prozesses keinerlei wesentliche Hindernisse bereitet, abgesehen von zeitweisen Abweichungen in der innern Struktur einiger Kerne und einer starken Vakuolisierung, welche man in den ersten Momenten unmittelbar nach Beendigung der direkten Einwirkung des Äthers beobachtet.

Höchst interessant bezüglich der achromatischen Spindel sind die Bilder (ähnlich wie Fig. 32) da hier neben den zusammengeschrumpften Prothaliumzellen außerordentlich deutlich zwei Kerne sichtbar sind, welche für die antheridiale und die embryonale Zellen bestimmt sind.

Diese Kerne sind bereits mit Nukleolen versehen, aber außerdem

ist die Spindel, aus welcher die Zellplatte entsteht, fast ganz deutlich sichtbar. Derartige Bilder sind sowohl den ätherisierten als auch den nichtätherisierten Zellen eigentümlich. Hieraus geht deutlich hervor, daß obgleich der Nukleolus an der Bildung der Zentralspindel beteiligt ist, wie es Strasburger auf Grund seiner Färbungsergebnisse behauptet [1]), so ist doch diese Beteiligung sehr gering [2]); weit eher könnte man ihm die Bildung der Mantelfasern oder Verbindungsfäden zuschreiben, deren Kontraktion nach der Ansicht Strasburgers das Auseinandergehen der Chromosomen zu den Pollen bedingt. Allgemein gesagt, muß die Spindelbildung, meiner Ansicht nach, in Übereinstimmung mit den Beobachtungen Belajeffs teilweise der Beteiligung der Kerne, teilweise aber derjenigen des Kinoplasmas zugeschrieben werden, ohne jedoch eine allzu enge Beziehung zwischen dem Erscheinen und dem Verschwinden der Nukleolen anzunehmen [3]).

Wenn wir die Ergebnisse der Arbeit Belajeffs über Larix, welche auch von Strasburgers Untersuchungen bestätigt werden, zum Ausgangspunkt für die Vergleichung der sich in den Gonen voll-

[1]) „Die zentralen Spindelfasern bei Larix gehen ausschließlich aus dem Zellkerne hervor und werden in erster Linie die Nukleolen bei der Bildung der Spindelfasern verwandt". Zitiert aus Zimmermann: „Morphologie & Phylologie des Zellkernes". 1896.

[2]) Hiefür sprechen auch die Versuche von Němec; bei ihm bildet sich die Verbindungsspindel „Phragmoplast" sogar einfach im Plasma, ohne jede Beteiligung der Kerne: „Ich habe bei Allium Gebilde beobachtet, welche ganz frei im Cytoplasma sich befanden, ohne irgend welche Beziehungen zu den Kernen aufzuweisen. Ich schließe aus meinen Beobachtungen, daß die Phragmoplasten topographisch unabhängig vom Kerne entstehen und auch fungieren können". l. c. pag. 718.

[3]) In seiner Arbeit vom Jahre 1900 „Über Reduktionsteilung etc." fürt Strasburger weiter aus, indem er sagt: „Meine Beobachtungen sprechen auch jetzt noch dafür, daß das Kinoplasma durch Aufnahme von Nukleolarsubstanz aktiviert wird... das Wiederauftreten der Nukleolen in den Kernen beginnt andererseits, wenn die Spindelfasern ihre Aufgabe vollendet haben und die Verbindungsfäden sich rückzubilden beginnen". Bei meinen Präparaten kann man eine solche enge Abhängigkeit nur sehr schwer, oder eigentlich gar nicht zugeben. Dieselbe Auffassung behält Strasburger auch in seiner letzten Arbeit vom Jahre 1905 (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 45) bei. Auf Seite 33 sagt er: „Eine Beziehung der Nukleolen zu der Spindel anzunehmen, lag von Anfang an nahe, da man die Nukleolen in auffälliger Weise schwinden sah, während die Spindelfasern auftraten, Spindelfasern u. Verbindungsfäden aber Substanzmengen für ihre Bildung verlangten, für welche eine andere nachweisbare Quelle nicht vorhanden war".

ziehenden Teilung einerseits und den Teilungen der Gonotokonten andererseits nehmen, so ist zu bemerken, daß im letzteren Falle die Dicke der Chromosome ebenso wie deren kreuzförmige, während des Stadiums des Muttersternes häufig vorkommende Gestalt, mit einem Worte, der heterotypische Charakter der Mitose besonders in die Augen fällt, während im ersteren Falle die Segmente lang und dünn sind; auch konnte ich im Augenblicke der oben erwähnten Phase nicht ein einziges Mal Figuren beobachten, welche den von Belajeff in Fig. 7, 16 oder 17 dargestellten Bildern entsprachen, viel eher erinnerten sie in bezug auf Lage und Aussehen an Fig. 219 in dem „botanischen Praktikum".

Sie sind außerordentlich dünn und unregelmäßig zusammengebogen, d. h. der eine Schenkel ist kleiner, als der andere, wobei beim Zurückweichen nach den Pollen zu sehr genau und deutlich zu sehen war, wie dieser große Schenkel sich nach den Polen zuwendet, während der kleinere noch in der Äquatorialebene verbleibt (fig. 33).

Derartige Tatsachen sprechen dafür, daß unter dem Einflusse einer geringeren Ätherquantität die Reduktions- und die Äquationsteilungen sich, wie solches allgemein angenommen wird [1]), während des Teilungsprozesses der Pollenmutterzellen in 4 neue stattfindet und daß folglich hier keinerlei Abweichungen bemerkbar sind.

Wenn wir die Ergebnisse dieses Versuchs resumieren, so gelangen wir zu der Schlußfolgerung, daß die Einwirkung des Äthers sich nur in der Störung der Ruheperiode äußert, welche nach der Teilung der Pollenmutterzelle in 4 Tochterzellen eintritt. Manchmal treten allerdings hierbei Abweichungen auf in der innern Struktur der die Prothallien bildenden Kerne, aber diese Abweichungen sind unbedeutend und von kurzer Zeitdauer und hindern absolut nicht

[1]) C. Correns ist jedoch anderer Anschauung in bezug auf die Pollenbildung, und zwar auf Grund seiner Versuche an Bastarden zwischen dem gewöhnlichen, rotblühenden Epilobium angustifolium und einer weißblühenden Abart. Sie sehen ganz wie die rotblühende Stammform aus, die Pollenkörne sind alle gleichmäßig graugrün wie bei jener; weiße Pollenkörner dagegen, wie sie bei der anderen Stammform angetroffen werden, finden sich gar nicht darunter. Träte die Spaltung schon bei der Teilung der Pollenmutterzellen ein, so wäre zu erwarten, daß die Bastardpollenkörner zu 50% graugrün, zu 50% weiß wären. Gregor Mendels „Versuche über Pflanzen-Hybriden und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen"; Botan. Zeitung; No 15, II. Abt. 1900 p. 231.

die normale Reife des Pollenkernes in der Form, wie er von Strasburger[1]) und Belajeff[2]) beschrieben wird.

Wenn der Versuch unter genau gleichen Bedingungen wie der vorige angestellt, jedoch auf eine Zeitdauer von 48 Stunden, d. h. auf eine doppelt solange Zeit ausgedehnt wird, so ergibt sich zunächst eine längere Dauer der Untätigkeit der ätherisierten „Gonen". Die Teilung tritt dann erst am 5. Tage nach Beendigung des Versuches ein, während sie im vorhergehenden Versuche bereits am dritten oder sogar am zweiten Tage stattfindet[3]). Außerdem treten sie nur vereinzelt auf, als wenn die Zellen in den meisten Fällen die Fähigkeit verloren hätten, aus dieser schon gar zu lange andauernden Lethargie zu erwachen. Aber auch dieses Erwachen, wenn es überhaupt stattfindet, ist nur von kurzer Dauer, denn bereits am folgenden Tage kann keine Teilung mehr nachgewiesen werden und von Tag zu Tag plasmolysieren sich die Zellen immer mehr und mehr und ihr Inhalt vakuolisiert sich unverhältnismäßig stark, bis schließlich in den meisten Fällen eine völlige Desorganisierung der Zellen eintritt, nachdem diese kaum Zeit gehabt haben, — und auch dies nur ausnahmsweise — eine der Zellen des Vorkeimes zu bilden.

Der Bau der ruhenden und der wenigen Kerne, welche in die Phase der Teilung eintreten, oder darin begriffen sind, ist ganz analog der bereits für den vorherigen Versuch gegebenen Beschreibung. Diese Ähnlichkeit fällt besonders stark in die Augen, wenn wir es mit dem Mutterstern zu tun haben, welcher genau dieselbe Figur bildet, wie sie uns in Abb. 33 veranschaulicht wird. Die Kerne behalten sogar noch dort, wo das sie umgebende Plasma bereits ein völliges Vakuolennetz darstellt, eine mehr oder weniger normale Struktur, was auf ihre größere Widerstandsfähigkeit gegen Äther hinweist, im Vergleich zu dem sie umgebenden übrigen Zellinhalte.

[1]) Strasburger: „Histolog. Beitr.", 1892. Heft 4, p. .

[2]) Belajeff: „Zur Lehre von dem Pollenschlauche der Gymnospermen" Ber. d. D. Bot. Ges. 1893, Bd. XI. Heft. 3.

[3]) Die Zweige standen vom 22. Febr. 1904 bis zum 24. Febr. 1904 im Gefäß in Wasser, in welches auf ein $^1/_2$ Liter 3·1 ccm Äther geschüttet worden war; die Watte in der Glocke (von 6 Liter Rauminhalt) wurde mit 2 ccm Äther getränkt.

Die letzte Versuchs-Serie wurde mit einer noch geringeren Äthermenge angestellt. Auf ein Gefäß von $^1/_2$ Liter Wasserinhalt wurden im ganzen nur 1·5 ccm Äther genommen, die Watte aber, welche sich in der Schale der Glasglocke von 6 Liter Rauminhalt befand, wurde nur mit 1 ccm Äther getränkt. Der erste Versuch dieser Kategorie dauerte vom 18. bis zum 19. Febr. 1904. Wie schon aus der Zusammenstellung der Ziffern ersichtlich ist, wurden die Versuche 3 und 5 gleichzeitig und mit gleichwertigem Material angestellt; dadurch wurde eine befriedigende Zusammenstellung und Beurteilung der Resultate ermöglicht. Im Gegensatze zu dem, was wir bei Versuch 3 bemerkten, weichen die entstandenen Pollenmutterzellen im gegebenen Falle meistens sofort nach ihrer definitiven Formierung auseinander und es beginnt bereits am andern Tage, ganz besonders aber am dritten Tage nach ihrer Befreiung von der unmittelbaren Einwirkung des Äthers, eine überaus reichliche Bildung der Zellen des Prothalliums. Es kommen zwar auch einzelne sich teilende Vierergruppen vor, aber im allgemeinen ist eine solche Erscheinung verhältnismäßig selten.

Von anderen Eigenheiten ist besonders zu erwähnen die stets in ausgezeichneter Weise stattfindende Bildung der Achromatinspindel, deren klare Deutlichkeit und scharfe Konturen so stark hervortreten, wie man es in so hohem Grade, wenn nicht sogar in noch höherem Grade[1]) (Fig. 34), nur bei nichtätherisierten Zellen bemerken kann. Die beobachteten Bilder sind der Fig. 120 von Němec ähnlich[2]), welche abgesehen von der schematisierten Zeichnung doch vollständig klares Verständnis ihres Charakters ermöglicht. Hierzu ist jedoch zu bemerken, daß dem Beginn der zur Bildung der Zellen des Prothalliums führenden Karyokinese eine starke aber schnell vorübergehende Vakuolisation des Plasmas vorangeht. Am fünften Tage nach Beendigung des Versuches, mitten im vollen Gange des Teilungsprozesses, sind alle Zellen schon mehr oder weniger gleichmäßig ziemlich schwach (Fig. 36) oder sogar überhaupt nicht vakuolisiert (Fig. 34, 35). Irgend welche Unregelmäßigkeiten oder Abweichungen vom normalen Verlaufe der Karyokinese hier zu bemerken, gelang nicht und die Bildung des Vorkeimes

[1]) Max Koernicke: „Über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen".

[2]) W Nemeč, l. c.

und noch zweier Zellen, der „antheridialen“ und der „embryonalen“ geht bereits am fünften Tage zu Ende und vollzieht sich in vollem Umfange ohne irgendwelche wahrnehmbare Hindernisse.

Wird aber die Einwirkung einer solchen Äthermenge, wie sie für den vorherigen Versuch angegeben war, noch längere Zeit fortgesetzt, z. B. auf die Dauer von 72 Stunden, so schreiten die aus der Pollenmutterzelle hervorgegangenen Vierergruppen fast gar nicht zur Teilung und ihr schon gleich zu Anfang stark vakuolisierter Inhalt wird immer mehr und mehr plasmolysiert und ist bereits einige Tage nach dem Versuche völlig desorganisiert.

Wenn ich die Resultate meiner oben näher beschriebenen Versuche zusammenstelle, so ist es vorher nötig, sie in drei Gruppen einzuteilen, und zwar:

1) Versuche mit den Pollenmutterzellen, d. h. mit den „Gonokonten“, deren Ätherisierung bei der gleichen Äthermenge, aber mit verschiedener Zeitdauer erfolgte.

2) Versuche mit den Produkten der Pollenmutterzellen, d. h. mit den „Gonen“, bei der gleichen Äthermenge (die aber um die Hälfte geringer war als die in den voraufgegangenen Fällen verwendete) und der Einwirkung desselben während verschiedener Zeitdauer, und

3) Versuche mit verschiedener Zeitdauer der Ätherisierung bei gleichen Mengen des Narkotikums, die aber noch um die Hälfte geringer sind als in den vorigen Versuchen.

Eine besondere Stellung nimmt der resultatlose Versuch mit Chloroform ein. Wie hieraus zu ersehen ist, bestand der Unterschied zwischen den Versuchs-Serien in der verwendeten Äthermenge und außerdem differierte die erste von den beiden andern auch noch durch das Material, an welchem der Versuch vollzogen wurde. Im ersteren Falle wurden die Pollenmutterzellen der Einwirkung des Äthers unterworfen, in den letzteren beiden Fällen deren Produkte.

Für die erste Gruppe ergab sich, daß, wenn die Ätherisierung sowohl in Bezug auf Zeitdauer, wie auch auf die Quantität des Narkotikums dem Rezepte Johannsens entsprach, die von dem genannten Autor empfohlene Äthermenge fast ganz gleiche Folgen nach sich zog, abgesehen von dem Unterschiede in der Zeitdauer seiner Einwirkung. Sowohl bei 48 stündiger, als auch bei 72 stün-

diger Einwirkung wird sehr häufig eine numerische Reduktion der Segmente der Chromosomen hervorgerufen, denn deren Anzahl verringert sich bis auf 6, während nach Belajeff und anderen Autoren deren normalerweise 12 vorhanden sein sollen

In ähnlicher Weise beobachtete auch V. Häcker[1]) die direkte Einwirkung des Äthers, indem der Autor auf Seite 795 seiner Arbeit sagt: „Es wird also durch Ätherisierung des Cyclops-Eies die nämliche Umformung der Chromosomen erreicht, welche auch in malignen Tumoren beobachtet worden ist, nämlich die Rückbildung des somatischen Teilungsmodus[2]) in den heterotypischen“ [3]). Am Ende seiner Abhandlung stellt der Autor mit besonderer Betonung die Frage allgemeinen Charakters auf, „ob nicht das Auftreten der heterotypischen Teilungsformen als eine unmittelbare Reaktion auf bestimmte Klassen von Reizen aufzufassen ist?“ [4]).

Nach meinem Dafürhalten können meine Beobachtungen an Larix als einer der bestätigenden Faktoren angesehen werden, welche zu gunsten der oben zitierten Vermutung sprechen.

Die Achromatinspindel wird sowohl im ersten, wie auch im zweiten Versuche, auf intranukleolarem Wege gebildet, weil, wie es scheint, das Plasma zu stark in Wesen und Struktur angegriffen wird, worauf meiner Ansicht nach auch die Abwesenheit der Vakuolisation, welche für die folgenden Versuche so charakteristisch ist, hinweist.

Die Spindel erscheint im allgemeinen schwach angedeutet, und in den äußersten Fällen kommt es überhaupt nicht zu ihrer Bildung; dann sind die Chromosomen-Gruppen ohne jede bestimmte Ordnung gruppiert. Aber auch da, wo sie völlig gut ausgebildet erscheint, macht sich ein ungleichmäßiges regelloses Auseinanderweichen der Chromosomennach den Pollen zu bemerkbar, was zum Teil als Bestätigung für die Ansichten von Fischer und von Němec dienen kann, wonach diese beiden Erscheinungen als zwei gleichzeitig auftretende, aber voneinander unabhängige betrachtet werden müssen.

[1]) „Über die in malignen Neubildungen auftretenden heterotypischen Teilungsbilder“. V. Häcker, Biol. Zentralbl. 1904 No. 24. B. 24.

[2]) Aus der auf Seite 790 gegebenen Erklärung ist ersichtlich, daß im gegebenen Falle zugleich auch eine numerische Reduktion stattfindet, d. h. genau dieselbe Erscheinung, wie auch in meinen Versuchen.

[3]) l. c. p. 795.

[4]) l. c. p. 795.

wenn uns nicht das Vorhandensein der Fäden, welche an den einzelnen Chromosomen befestigt sind, zu Bedenken Veranlassung gäbe.

Was die Zellscheidewände anbetrifft, so sind diese nicht imstande sich zu formieren, und dieser Umstand führt zum Erscheinen der 4 nuklearen Pollenmutterzellen und bestätigt die Annahme, daß das Plasma eine weit größere Empfindlichkeit gegen die Einwirkungen des Narkotikums besitzt, als der Zellkern. Im gegebenen Falle also stimmt diese Tatsache mit den Ergebnissen Demoors überein, widerspricht aber den Meinungen Nathansohns und Wasielewskys, welche den Kern für viel empfindlicher hinsichtlich der Einwirkung von Chemikalien ansehen, als das Plasma.

Für die zweite Versuchs-Serie, bei welcher die Einwirkung des Äthers 48 Stunden dauerte, ergab sich das Resultat, daß im allgemeinen die Zellen die Fähigkeit zu weiterer normaler Entwickelung einbüßen. Ihr Plasma entzieht sich der Vakuolisation nicht, sondern wird vielmehr einer solchen immer mehr und mehr unterworfen und abgesehen davon, daß der Kern morphologisch dem Kern von nichtätherisierten Zellen ähnlich ist, so beginnt er trotzdem nur ausnahmsweise die Teilung, während in der weitaus überwiegenden Mehrzahl von Fällen der ganze Inhalt der Zellen allmählich atrophiert wird, was sich in seiner immer mehr und mehr zunehmenden Vakuolisation äußert.

Wenn dagegen die Einwirkung des Äthers nicht länger als 24 Stunden dauert, so ergibt sich ein ganz anderes Resultat. Es tritt allerdings auch hier Vakuolisation im ersten Moment nach der Einwirkung auf; gerade so wie bei einer 48 stündigen Einwirkung des Narkotikums verliert die Chromatinsubstanz des Zellkernes zeitweise die Fähigkeit, durch die für sie allgemein angewendeten Färbemittel tingiert zu werden, aber dies sind vorübergehende Einwirkungen, die Zellen erholen sich davon sehr schnell und die Teilung beginnt mit neuer Energie in durchaus normaler und regelmäßiger Weise, ohne jede Ruheperiode, welche die Formierung der 4 Gonen trennt von der Bildung der Prothalliumzellen, die innerhalb der ersteren stattfindet, sowie derjenigen einer antheridialen und einer embryonalen Zelle erfolgt.

Als eine hierbei besonders auffallende Erscheinung ist die scharfe Bildung der Spindel hervorzuheben, an welcher meiner Ansicht nach, sowohl der Zellkern als auch das Plasma beteiligt ist.

Bei der dritten Serie verhält es sich gerade so wie bei der zweiten Serie, denn sogar bei einer im Vergleich mit dem Rezepte Johannsens sehr geringen Ätherdosis, wenn gleichzeitig die Einwirkung des Narkotikums allzu lange (z. B. 72 Stunden) angedauert hat, kehren die Zellen nicht mehr in ihren normalen Zustand zurück, die Vakuolisation verschwindet nicht, sondern nimmt im Gegenteile noch zu. Überhaupt war in diesem Fall das Resultat das gleiche wie bei 48 stündiger Einwirkung des Narkotikums bei doppelter Quantität desselben.

Nach Verlauf von 24 Stunden trennen sich die Gonen voneinander, ganz wie unter normalen Bedingungen und schreiten dabei aber auch sogleich, ohne jede für nichtätherisierte Zellen so charakteristische Unterbrechung, zur regelrechten Bidung der Zellen des Prothalliums und darauf zur Bildung der übrigen dem fertigen Pollenkorn von Larix eigenen Zellen, nachdem die Vakuolisation des Plasmas gänzlich verschwunden ist.

Endlich habe ich noch folgende allgemeine, aus dem Vorhergesagtem sich ergebende Schlußfolgerung hinzuzufügen:

1) Die auf die Ergebnisse der Nathansohnschen und Wasielewskischen Untersuchungen gegründete Hoffnung, vermittelst der Ätherisierung Figuren der Amitose oder auch nur Stadien zu erhalten, welche wenigstens einigermaßen an amitotische Figuren erinnern, erwies sich als gänzlich unerfüllbar. Aus einer großen Menge von verschiedenartigen Abweichungen von der normalen Mitose zeigte nicht eine einzige auch nur die geringste Andeutung einer einfachen Einschnürung des Zellkerns.

2) Der Zustand der der Ätherisierung unterworfenen Zellen ist auf Grund der obigen Ausführungen von entscheidendem Einfluß auf das Resultat des Versuches.

In den Pollenmutterzellen findet bei 24 ccm Äther in einem 6 Litergefäß und 4·4 ccm in Wasser noch eine Teilung der Kerne statt, während die Hälfte dieser Äthermenge nach derselben Zeitdauer die Gonen bereits der Teilungsfähigkeit beraubt.

3) Eine zeitweilige Vakuolisation erscheint als ein charakteristisches Anzeichen für die Empfindlichkeit des lebenden Plasmas gegen die Einwirkung des Äthers, wie solches auch von Demoor, Němec und Blazek bestätigt wird. Tritt Vakuolisation nicht ein, so kann dies bis zu einem gewissen Grade als Beweis für das Vor-

handensein von bereits sehr starken Veränderungen innerhalb des Plasmas dienen, welche durch Einwirkung von allzugroßen Äthermengen hervorgerufen wurden, wie z. B. in den ersten Versuchen, wo das Plasma schon überhaupt nicht mehr zur Spindelbildung fähig erschien.

4) Die Einwirkung des Äthers äußert sich auch in der numerischen Reduktion der Chromatin-Segmente in den Gonotokonten.

5) Der Äther nimmt der Chromatinsubstanz des Zellkerns zeitweise, mit Ausnahme des Nukleolus, die Fähigkeit, sich zu färben.

6) Der Zellkern zeigt sich bezüglich der Einwirkung des Narkotikums widerstandsfähiger, als das Plasma,

7) Es ist wahrscheinlich, daß das Rezept Johannsens, welches für Syringa gute Resultate liefert, keine allzu allgemeine Anwendung finden kann, soviel man wenigstens nach der Bildung des Pollens bei Larix urteilen darf.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, eine mich schon längst intessierende Frage zu berühren. Bereits Wasielewski sprach sich dafür aus, daß der Nukleolus für mehr als für ein großes Chromatinkorn angesehen werden muß, daß er ein „Organ" des Zellkernes darstellt. Wenn dem wirklich so ist, wenn er wirklich etwas noch Höheres als ein Chromatinkorn darstellt, wenn er wirklich, wie es Went und Farmer beobachtet haben, unmittelbaren Anteil am Aufbau der Chromosomen nimmt, wenn er „direkt von den Chromosomen aufgenommen wird", wie das Zimmermann mit den oben zitierten Autoren schlußfolgert [1]), kann man dann nicht in ihm den Sammelpunkt eben derjenigen Träger der Charaktermerkmale des Organismus erblicken, welche vom phylogenetischen Standpunkt aus die ältesten und wesentlichsten sind, und einander daher am meisten belasten, folglich auch nicht einer solchen räumlichen Ausbreitung unterworfen sind, wie solche Boveri und nach ihm Hugo de Vries für unentbehrlich halten. Der letztgenannte Verfasser sagt: „Das Ziel der Verlängerung (— der einzelnen Chromosome —) ist... offenbar eine Erlösung der Erbschaftsträger aus jener dichtgedrängten Anhäufung; ihre Aufgabe ist es, die Lebensverrichtungen der Zelle zu beherrschen und zu leiten und dazu müssen sie in möglichst ungehinderte Berührung mit dem Körper-

[1]) cf. Zimmermann: „Morphol. u. Physiolog. d. pflanzlichen Zellkerns".

plasma treten. Eine reihenweise Anordnung, wenigstens derjenigen Träger, welche in Aktivität treten müssen, ist dafür die Bedingung und diese wird offenbar durch die Verlängerung der Fäden und die Knäuelbildung angestrebt". (cf. „Befruchtung und Bastardierung" von Hugo de Vries; 1903 p. 23.).

Hiefür spricht auch, wie mir scheint, die Rolle des Nukleolus bei den niederen Organismen [1]) und der allmählich an Kompliziertheit immer mehr zunehmende Aufbau des Zellkernes bei den höheren Vertretern des Pflanzenreiches [2]).

**Erklärung der Abbildungen.** (Näheres im Texte).

Fig. 1, 2, 3. Drei aufeinander folgende Phasen der allmählichen Vakuolisation und des Zerfallens des Nukleolus. — Photogr. Obj. Zeiss; Homog. Im. Ap. 1. 40. Ok. Mikrometer 8.

Fig. 4. Kern mit 5 Nukleolen. — Photogr. Obj. Zeiss; Homog. Im. Ap. 1. 40; Ok. Mikrometer 8.

Fig. 5, 6. Zerfallender Nukleolus. — Gezeichnet. Homog. Im. $^1/_{12}$ Reichert; Mikrometer 6.

Fig. 7. Monaster mit reduzierter Chromosomenanzahl. — Photogr. Obj. Zeiss, Homog. Im. Ap. 1. 40. Ok. Mikrometer 8.

Fig. 8, 9. Unregelmäßige Figuren der Karyokinese. Gezeichnet. Obj. Reichert No 7[a], Okular Mikrometer No 6.

Fig. 10. Zwei Tochterkerne im Innern der Pollenmutterzelle. — Photogr. Obj. Zeiss DD. Okular Mikrometer 8.

Fig. 11. Pollenmutterzelle mit 4 Kernen. — Gezeichnet. Obj. Reichert 7[a] Okular Mikrometer 6.

Fig. 12. Pollenmutterzelle, einige Tage nach der Einwirkung des Äthers. — Photogr. Obj. Zeiss. Homog. Im. Ap. 1. 4. Komp. Ok. 4.

Fig. 13, 14, 15. Pollenmutterzelle mit reduzierter Chromosomenzahl. — Photogr. Obj. Zeiss. Homog. Im. Ap. 1. 40. Komp. Ok. 4.

Fig. 16, 17. Monast. mit reduzierter Chromosomenanzahl. — Photogr. Obj. Zeiss DD. Ok. Mikrometer 6.

Fig. 18. Unregelmäßiger Mutterstern. — Photogr. Obj. Zeiss DD. Ok. Mikrometer 6.

Fig. 19. Pollenmutterzelle. — Gezeichnet mit Obj. Zeiss E., Okular Mikrometer No 6.

Fig. 20. Unregelmäßiges Auseinanderweichen der Chromosomen nach den Polen der intranukleolar entstandenen Spindel. — Photogr. Obj. Zeiss DD. Ok. Mikrometer 6.

Fig. 21. Desgl. — Gezeichnet Obj. Reichert 7[a], Ok. Mikrometer 6.

Fig. 22. Desgl. — Photogr. Obj. Zeiss DD., Ok. Mikrometer 6.

[1]) cf. C. van Wisselingh: „Über Kernteilung bei Spirogyra"; Flora 1900.

[2]) Vergl. die Arbeit Wagers in „Ann. d. Bot.", Bd. XVIII. 1904.

Fig. 23, 24. Reduzierte Anzahl der im Plasma der Pollenmutterzelle lagernden Segmente. — Gezeichnet Obj. Reichert 7ª Mikrometer Ok. 6.

Fig. 25. Desgl. — Gezeichnet Obj. Reichart 7ª Ok. Mikrometer 6.

Fig. 26. Desgl. — Photogr. Obj. Zeiss DD. Ok. Mikrometer 6.

Fig. 27. Vier Kerne in der Pollenmutterzelle. — Gezeichnet. Obj. Reichert 7ª Ok. Mikrometer 6.

Fig. 28. Der Kern der Pollenmutterzelle ist an die Oberfläche des plasmolysierten Zelleninhalts gestiegen. — Gezeichnet. Obj. Zeiss DD. Ok. Mikrometer 6.

Fig. 29. Die Produkte der Pollenmutterzelle im Moment der Zellbildung des Prothalliums. — Gezeichnet. Obj. Reichart 7ª. Ok. Mikrometer 4

Fig. 30. Einer von den Gonen, d. h. eines der vier Produkte der Pollenmutterzelle. — Gezeichnet. Obj. Reichert 7ª Ok. Mikrometer 6.

Fig. 31. Reifes Pollenkorn mit zwei ruhenden Zellen des Prothalliums, einer antheridialen und einer embryonalen Zelle. — Photogr. Obj. Zeiss DD. Okular Mikrometer 6.

Fig. 32. Die Bildung der antheridialen Zelle. — Gezeichnet. Obj. Reichert 7ª Ok. Mikrometer 6.

Fig. 33. Monaster in einem der Gonen. — Photogr. Obj. Zeiss DD. Okular Mikrometer 6.

Fig. 34, 35. Sich teilende Gonen. — Gezeichnet. Obj. Zeiss E. Ok. Mikrometer 6.

Fig. 36. Desgl. — Photogr. Obj. Zeiss. DD. Ok. Mikrom. 6

---

34. M. M. RACIBORSKI m. c. **Zapiski mikrochemiczne.** ***(Beiträge zur botanischen Mikrochemie).*** *(Recherches microchimiques).*

### 1. Eine Reaktion der Proteide und der Amidosäuren.

Die Chinone gehören bekanntlich zu vielseitig reaktionsfähigen Verbindungen, ihre Reaktionsprodukte sind häufig gefärbt. So ist z. B. das Vermögen mehrerer Chinone, die Haut zu schwärzen, allgemein bekannt, doch wurde diese den Chemikern so geläufige Reaktion mikrochemisch nicht näher verfolgt. Orientierende Vorversuche mit lebenden pflanzlichen Geweben ergaben dunkelrote oder braune Reaktionen und zwar mit dem Inhalt der Siebröhren, dem Plasma, besonders mit dem der meristematischen Gewebe, mit manchen verholzten Membranen (Asparagus), mit dem gerbstoffhaltigen Zellsaft der Gerbstoffbehälter, aber auch mit manchen gerbstofflosen Zellsäften. Die farbigen Reaktionen treten entweder sofort oder erst nach mehreren Minuten auf, entweder schon in der Kälte oder erst nach dem Erwärmen. Obwohl die Vielseitigkeit der Reaktionen deren praktischen Wert in der Mikrotechnik beeinträchtigt, so

erschien es doch angezeigt, dieselben näher, zunächst in vitro, zu unterzuchen.

Gewöhnliches p. Benzochinon gab mit den untersuchten Proteiden eine z. T. sehr intensive rote, bald ins Braunrote übergehende Reaktion. Untersucht wurden Eieralbumin, Serumalbumin, Fibrin, Globulin, Legumin, Nuklein, sogar Chitin. Da auch Pepton dieselbe intensive Rosafärbung schon in der Kälte liefert, so war es angezeigt, zu untersuchen, ob auch und welche einfache Abbauprodukte der Proteine die Chinonreaktion liefern. Dabei hat sich herausgestellt, daß Glykokoll, Alanin, Leuzin, Asparaginsäure, Asparagin, Glutamin, Tyrosin, Phenylalanin ebenso wie Pepton oder die Proteine, wenn auch manche erst nach längerer Zeit, reagieren. So muß man mit Asparagin und Tyrosin mehrere Minuten (in der Kälte) auf die rote Reaktion warten, während sie mit Glykokoll, Alanin und Leuzin fast momentan auftritt.

Der rote bis braunrote Farbstoff ist zwar im Reagenzglas sehr intensiv, doch in Wasser löslich, und deswegen für eine Untersuchung der Lokalisation der Amidosäuren im Gewebe wegen der Diffusion nur mit entsprechender Vorsicht zu benützen. Da wir jedoch keine farbige, mikrochemische Reaktion der aliphatischen, im Pflanzengewebe so verbreiteten Amidosäuren besitzen, so will ich die beschriebene Reaktion besprechen.

Keine farbige Reaktion in der Kälte habe ich bekommen mit Fettsäuren und Fetten, mit Aldehyden, Ketonen und Alkoholen, mit Hexosen eine sehr schwache Nachdundelung nach dem Erwärmen, ebenso mit Harnstoff, Koffein, mit Salzen des Nikotins, Koniins, Strychins, Bruzins; keine Reaktion mit Azetamid. Die hier erwähnten Nachdunkelungen der gelben Chinonlösung nach dem Erwärmen sind jedoch von der oben erwähnten intensiv roten Reaktion mit Amidosäuren (in der Kälte) sehr verschieden und für eine mikroskopische Untersuchung ohne Bedeutuug.

Dagegen reagieren verschiedene Phenole und Phenolderivate z. T. mit sehr intensiver, roter oder brauner Farbe oder mit braunen Niederschlägen. So ist die Reaktion bei Resorzin rot, bei Brenzkatechin rot, Hydrochinon bildet Chinhydron (grünschwarz), Phlorogluzin, Orzin, Gelbsäure, Gallussäure, Katechin reagieren rot, Koniferin braun, Salizin rötlich, Arbutin braun, Saponin und Kumarin reagieren nicht.

In allen erwähnten Fällen wurde bei neutraler oder schwach saurer Reaktion gearbeitet.

Die zuletzt erwähnten Reaktionen lassen eine Färbung der manche Glukoside und Gerbstoffe enthaltenden Zellen, sowie mancher imprägnierten Zellwände erwarten.

Von anderen Chinonen habe ich nur wenige untersucht. Toluchinon liefert dem Benzochinon ähnliche Reaktionen, Xylochinon reagiert mit Eiweiß und Pepton, dagegen nicht mit Glykokoll oder Alanin. Antrachinon und Phenantrechinon liefern, sogar mit Eiweiß erwärmt, keine farbigen Reaktionen.

Auf Grund der beschriebenen Vorversuche kann die Chinonreaktion für manche Zwecke der botanischen Mikrochemie empfohlen werden. Ich benutze dazu die gelbe, frisch gemachte, wässerige, gesättigte Lösung, von der wenige Tropfen entweder auf Uhrgläsern oder auf Objektträgern frischen Schnittpräparaten zugesetzt werden. Da die Gerbstoffe mit dem Chinon körnige, braune Niederschläge oder rötliche Färbungen liefern, so ist es notwendig, mit Hilfe eines Bichromats oder der Eisensalze über Vorhandensein und Sitz der Gerbstoffzellen, resp. der Gerbstoffschläuche sich vorher zu vergewissern. Da die rote Amidosäurefärbung in Wasser löslich ist, so ist es weiter angezeigt, den Verlauf der Reaktion unter dem Mikroskop zu verfolgen. Durch Erwärmen wird die Reaktion zwar beschleunigt, doch infolge der beschleunigten Diffusion des roten Farbstoffes auch etwas verwischt.

Im folgenden gebe ich die Resultate der Chinonreaktion mit einigen von den untersuchten Pflanzen.

Junge, noch nicht belichtete, an Quer- und Längsschnitten untersuchten Spargelstengel geben zunächst eine intesiv rote Färbung des Leptoms und der V-förmig auf der Innenseite der Bündel entwikkelten Gefäßbündelscheide, bald darnach die sehr intensive Reaktion des Plasmas der Blatt- und Sproßprimordien, sowie des Zellsaftes der erwachsenen Zellen des Grundparenchyms. Dabei färbt sich der Inhalt der ganz jungen Tracheen lebhaft gelb. Die Ursache dieser Färbung ist mir jedoch unbekannt. In erwachsenen Sproßteilen färbt sich der Zellsaft des Grundparenchyms nur blaßrot, der Inhalt der Siebröhren dagegen intensivrot.

Cucurbita. Inhalt der Siebröhren dunkel rotbraun, Zellsaft der Parenchymzellen rot.

Vitis vinifera. Die Gerbstoffzellen reagieren momentan, indem

im Inneren ein gelbbrauner, dichter körniger Niederschlag gebildet wird, erst später fangen die Siebröhren an, die rote, später braunrote Reaktion des Inhaltes zu zeigen, endlich färben sich auch die Grundparenchymzellen der Rinde rötlich. Bei den Nymphaeaceen, wie ich seiner Zeit nachgewiesen habe (Beiträge etc. Flora 1894 pag. 99), sind zwei verschieden lokalisierte Gerbstoffkörper vorhanden, nämlich das Myriophyllin in den Exkrethaaren und ein eisenbläuender Gerbstoff in den Gerbstoffschläuchen. Beide geben (untersucht wurde die Sproßspitze des Nuphar luteum) eine Chinonreaktion, doch ist die des Myriophyllins mehr rötlich, die der inneren Gerbstoffzellen braun und körnig, die der Gerbstoffschläuche der Gefäßbündel braunschwarz.

Während die Chinonreaktion der Gerbstoffe mit Hilfe der gewöhnlichen Gerbstoffreaktionen leicht als solche erkannt und mit der Amidosäurereaktion bei entsprechender Aufmerksamkeit nicht verwechselt wird, so ist es mir nicht gelungen, bei Ansewenheit der Peptone und Eiweißstoffe mit derselben Reaktion Amidosäuren mikroskopisch sicher nachzuweisen. Diese wie jene geben dieselbe Reaktion. Nur in solchen Fällen, wo die Millonsche und Biuretreaktion keine oder nur eine schwache Reaktion liefert, wo die Chinonreaktion des Zellsaftes sehr intensiv wird, können wir auf Vorhanensein der aliphatischen Amidosäuren schließen.

Jedenfalls als ein Seitenstück zu der nur aromatische Gruppen anzeigenden Millonschen und zu der Xanthoproteinsäurereaktion verdient unsere Reaktion Beachtung. In Anbetracht des Verhaltens der Peptone ist es wahrscheinlich, daß die synthetischen Polypeptide (welche mir nicht zur Verfügung stehen) ebenso wie die einfachen Aminosäuren und Eiweißstoffe mit Chinon reagieren werden.

### 2. Die Dimethylamidobenzaldehydreaktion.

Der erwähnte Aldehyd wurde in salzsaurer Lösung von Ehrlich (Hammarsten, Lehrb. der phys. Chemie 1904, p. 587) zum Nachweis mancher — näher unbekannten — pathologischen Harnbestandteile, mit welchen eine intensiv rote Reaktion entsteht, angewandt.

Orientierende Versuche haben ergeben, daß Dimethylamidobenzaldehyd in Salzsäure mit folgenden Stoffen farbig reagiert:

a) Pyrrol und Indol intensiv rot,

b) Skatol intensiv violett,

c) Phlorogluzin und deren Derivate (Phloridzin. Eichengerbsäure, Katechingerbsäure, Kaffeegerbsäure, Katechin) sehr intensiv rot. Ohne farbige Reaktion sind alle anderen untersuchten Phenole, Gallussäure, Gerbsäure.

In der botanischen Mikrotechnik liefert Dimethylamidobenzaldehyd einen willkommenen Ersatz des Vanillins zum Nachweis der Phlorogluzinderivaten z. B. des Myriophyllins an den Sproßspitzen des Ceratophyllum, Myriophyllum, Nuphar.

### 3. Über die Nitrit- und Diazoreaktion.

Wegen der leichten Kuppelung der aromatischen Diazolösungen mit aromatischen Aminen und Phenolen unter Bildung der intensiv gefärbten Amidoazo-, respektive Oxyazofarbstoffe ist die mikrotechnische Anwendung der Diazoreaktion in den Fällen angezeigt, in welchen der Nachweis und die Lokalisation der erwähnten Verbindungen in dem Gewebe wünschenswert erscheint. Mithin ist in allen den Fällen, in welchen die Millon'sche und Xanthoproteinsäurereaktion in Anwendung kamen, aber auch in manchen anderen. die Diazoreaktion angezeigt; manchmal bietet sie den Vorteil sehr intensiver Färbungen, welche in der Kälte entstehen, in Alkohol unlöslich sind und sich daher zur Anfertigung von Dauerpräparaten in Kanadabalsam eignen. Als Schattenseite der Diazoreaktionen — für botanische Laboratorien — ist die geringe Haltbarkeit der Diazolösungen zu bezeichnen, welche frisch und dazu bei niederer Temperatur bereitet werden müssen; dazu gesellt sich noch der Umstand, daß ähnlich wie bei der Millon'schen und der Xanthoproteinsäurereaktion viele aromatische Körper, wenn auch z. T., verschieden nüanzierte Farbenreaktionen liefern.

Von bekannten chemischen Gründen geleitet, könnte man versuchen, um aromatische Amine nachzuweisen, die Reaktion umzukehren und zwar die Schnitte mit salpetriger Säure zu behandeln und die in der Zelle aus aromatischen Aminen eventuell entstandene Diazoverbindung mit einer dargebotenen Komponente (z. B. mit R-Salz) zu kuppeln. Mir ist es jedoch nicht gelungen, auf diese Weise eine Methode ausfindig zu machen, welche nur die Tyrosingruppe, dagegen nicht die Phenole in dem Gewebe entdecken könnte. Es sind zunächst die in den Schnitten eventuell sich bildenden Diazoverbindungen in saurer Lösung leicht löslich, diffun-

dieren also bald in die Umgebung und können so zu Irrtümern Anlaß geben. Dazu reagiert die salpetrige Säure allein mit verschiedenen Zellbestandteilen, der Salpetersäure analog, und bildet intensiv (in alkalischer Lösung) gefärbte Produkte, deren Natur nicht bestimmt ist. Diese Nitritreaktion gehört ihrer Intensität wegen zu den besseren in der botanischen Mikrotechnik und eignet sich ebenso wie die Diazoreaktion zum Nachweis aromatischer Einlagerungen in den unverholzten Zellwänden. Ohne dieser seiner Zeit eifrig (mit Hilfe anderer Reagentien) bearbeiteter Frage näher zu treten, verweise ich hier auf die Literatur, welche in der Abhandlung von C. Correns (Über die vegetabilische Zellmembran, Pringsheims Jahrbücher XXVI, 1894, 671—673) zusammengestellt ist.

Die Nitritreaktion wird sehr einfach durchgeführt. In drei Schalen halte ich getrennt vorrätig: 1) 10% Natriumnitritlösung, 2) 10% Schwefelsäure, 3) 10—20% Natriumkarbonatlösung. Die Schnittpräparate passieren der Reihenfolge nach die drei Schalen, wobei beachtet werden muß, daß sie in der Säurelösung möglichst kurz (längstens eine Minute) verweilen und daß die Säureschale wegen der lästigen Dämpfe der salpetrigen Säure gut bedeckt bleibt.

Zur Ausführung der Diazoreaktion werden die Schnitte in Uhrgläsern in 10—20% Natriumkarbonatlösung gebracht und es werden dann mit Hilfe eines Glasstabes dieser Lösung einige Tropfen Diazolösung bis zu eintretender, auffallender Reaktion zugesetzt. Die Diazolösung verbindet sich in alkalischer Lösung mit den in den Zellen vorhandenen, kuppelungsfähigen Komponenten zu intensiven Azofarbstoffen, welche momentan auftreten. Eine Diazolösung läßt sich aus verschiedenen aromatischen Aminen bereiten; genaue Vorschriften dazu sind in chemischen Lehrbüchern (z. B. V. Meyer und P. Jacobson Lerbuch, II 277) zu finden; für botanische Zwecke kann man sogar bei einiger Übung die Wägung umgehen. Eine kleine Menge (etwa 0·2 gr) p.-Nitroanilin (oder Sulfanilsäure, oder einer der Naphtylaminsulfosäuren) wird mit etwas größerer Menge der Salzsäure versetzt, dazu wird dann Wasser zugesetzt, mit Eisstücken gut gekühlt, und schließlich wird dazu unter fortwährendem Rühren so viel Natriumnitritlösung zugesetzt, bis die Probe auf Jodkalistärkepapier eben die blaue Jodreaktion liefert. Die Lösung soll mit Natriumkarbonat keine rote Reaktion geben. Die wässerigen Lösungen sind in der Kälte einige Stunden haltbar und gefahrlos.

Über den Nutzen beider Reaktionen belehren uns folgende Beispiele. Frische Stammquerschnitte des Zuckerrohrs erscheinen nach der Nitritreaktion intensiv rot. Bei der mikroskopischen Untersuchung ist in erwachsenen Stengeln keine Membranstelle zu finden, welche die rote oder die gelbe Reaktion nicht gegeben hätte. Karminrot und zwar am intensivsten erscheinen die Wände der Leptomelemente ebenso andere unverholzte Zellen der Bündel, dunkelrot die Bastbelege, rot die Wände der Parenchymzellen des Stamminnern, weniger die der peripherischen. Die Diazoreaktion mit p-Diazobenzolsulfosäure liefert noch mehr intensiv rotgefärbte Schnitte, während diejenige mit der diazotierten p-Nitroanilin die unverholzten Wände violett färbt. Die Längsschnitte der wachsenden Sproßspitze derselben Art zeigen nach Nitritbehandlung eine rote Reaktion des Plasmas der meristematischen Zellen, also makroskopisch rote Querstreifen an den jungen Nodialflächen durch farblose Internodialstreifen getrennt. Die Wände der meristematischen Zellen zeigen noch keine Reaktion, welche erst in gewisser Entfernung von der Spitze zum Vorschein kommt. Zwischen den nicht reagierenden Parenchymzellen färben sich jedoch rot die jungen Tracheen und die Wände der jungen Siebröhren. Auch in den Blättern oder in den Blattscheiden sind keine nicht reagierenden Zelle zu finden, was als Beweis dienen kann, daß auch hier keine Zelle reine Zellulosewände besitzt. Besonders intensiv gefärbt sind hier die Leptomwände, weniger die Mesophyllzellen. Zea Mays stimmt mit dem Zuckerrohr in beiden Reaktionen ganz überein, es reagieren nach Nitritbehandlung die Wände der Endospermzellen, nach Diazobehandlung auch das Plasma und die Zellkerne des Endosperms. Die Zellwände verschiedener anderer Pflanzen verhalten sich dagegen sehr verschieden. Bei Allium Cepa, bei welcher C. Correns mit Hilfe der Millon'schen und Xanthoproteinsäurereaktion keine Reaktion der Wände der Parenchymzellen der Zwiebelschuppen sehen konnte, ist eine solche auch mit der Diazolösung trotz der sehr intensiven orangeroten Reaktion des Zellinneren nicht zu sehen. Eine schwache Reaktion liefern die Parenchymwände der Kartoffelknolle, eine sehr starke dagegen diejenigen der Wurzel der Zuckerrübe, wo die Mittellamelle besonders deutlich gefärbt wird. Ebenso intensiv reagieren die viel untersuchten Blätter verschiedener Bromeliaceen, namentlich die Wände des Leptoms und des Wassergewebes. Die Öltröpfchen, welche hier in verschiedenen Me-

sophyllzellen, besonders aber um die Bündel herum liegen, liefern mit der Nitritreaktion eine rubinrote Reaktion. Die Elaioplasten der Albuca geben keine Nitrit-, sondern eine blaßrote Diazoreaktion.

---

35. MM. SEVERIN et HELENE KRZEMIENIEWSKI. **Przyczynek do biologii mikrobów gleby, wiążących wolny azot.** ***(Zur Biologie der stickstoffbindenden Mikroorganismen).*** (*Sur la biologie des microbes fixateurs d'azote*). Mémoire présenté par M. E. Godlewski m. t.

Stickstoffbindende Bodenbakterien sind in den letzten Jahren zum Gegenstande zahlreicher Untersuchungen gemacht worden. Neben dem von Winogradsky entdeckten anaeroben Clostridium Pasteurianum ist insbesondere der von Beijerinck gefundene Azotobacter chroococcum durch seine Fähigkeit, freien Stickstoff zu assimilieren, bekannt geworden. Trotzdem aber diese seine Fähigkeit durch Laboratoriumversuche vollkommen sichergestellt wurde, ist es doch bisher nicht gelungen, sie durch Impfung des Bodens mit Azotobacter für die Steigerung der Erträge der Kulturpflanzen nutzbar zu machen. Ein mit Reinkultur von Azotobacter geimpfter und ein gleicher ungeimpfter Boden gaben stets, sowohl in Gefäß- wie in Feldversuchen, gleich hohe Ernten und zwar auch dann, wenn der Versuchsboden sich für Stickstoffdüngung sehr dankbar erwies. Anderseits ist aus gewissen Feldversuchen, bei welchen man ohne jede Stickstoffdüngung viele Jahre hindurch reiche und sich nicht vermindernde Getreideernten erhielt, zu schließen, daß der Stickstoff sich dank der Tätigkeit der Mikroorganismen im Boden ansammelt. Es ist demnach eine dankbare Aufgabe, die Bedingungen dieser stickstoffsammelnden Fähigkeit der Bodenmikroorganismen näher zu studieren.

Wichtige Studien über diese Bedingungen in bezug auf Azotobacter verdanken wir Gerlach und Vogel [1]). In ihren Untersuchungen über die Ernährung des genannten Mikroorganismus stellten diese Autoren fest, daß es insbesondere Kalk und Phosphorsäure sind, welche für ihre Entwickelung und ihre stickstoffsammelnde Fähigkeit die größte Bedeutung haben.

[1]) Gerlach und Vogel. Weitere Versuche mit stickstoffbindenden Bakterien, III. Teil. Centralbl. f. Bakt. B. X. S. 636. 1903.

Die Wichtigkeit des Kalks für die Entwickelung des Azotobacters hat neulich auf einem ganz anderen Wege eine Bestätigung in den Untersuchungen von Hugo Ficher[1]) gefunden. Derselbe untersuchte bakteriologisch eine Reihe von Parzellen auf dem Versuchsfelde in Poppelsdorf, welche 10 Jahre lang eine konstante, aber für verschiedene Parzellen verschiedenartige Düngung erhielten. Dabei gelangte man zu dem überraschenden Ergebnis, daß Azotobacter sich nur aus dem Boden derjenigen Parzellen isolieren ließ, welche Kalkdüngung erhielten. Mag nun dieser Organismus immerhin im Boden der ungekalkten Parzellen auch vorhanden gewesen sein, so steht doch fest, daß er in dem Boden der gekalkten Parzellen unvergleichlich reichlicher vorkam.

Ungeachtet dieses reichlicheren Vorkommens des Azotobacters in dem Boden der gekalkten Parzellen war doch deren Boden an Gesamtstickstoff ärmer als der Boden der Parzellen, welche keine Kalkdüngung erhalten hatten. So enthielt der Boden der gekalkten Parzellen

0·0799%, 0·0850%, 0·0768%

Stickstoff gegen

0·0881%, 0·10912%, 0·0881%

des Bodens der entsprechenden, sonst in gleicher Weise gedüngten, aber ungekalkten Parzellen [2]).

Die stickstoffbindende Fähigkeit des Bodens der gekalkten und der ungekalkten Parzellen wurde von Verfassern nicht untersucht, es wäre aber verfrüht, aus dem geringeren Stickstoffvorrat der gekalkten Parzellen schließen zu wollen, daß die Kalkdüngung hier zwar eine reichere Azotobacterentwickelung, nicht aber eine stärkere Stickstoffbindung verursacht habe. Höchst wahrscheinlich wurde durch die Kalkdüngung auch die stickstoffbindende Tätigkeit des Azotobacters erhöht; daß sie aber trotzdem eine Verminderung des Stickstoffvorrates des Bodens verursacht hat, muß dadurch erklärt werden, daß sie zugleich und zwar in noch viel höherem Grade die Entwickelung und die Arbeit der nitrifizierenden Bakterien begün-

[1]) H. Fischer. Journal f. Landwirtschaft B. 53. S. 61. u. 289. 1905. Centralbl. f. Bakt. B. XIV. S. 33. 1905.; B. XV. S. 235. 1905.

[2]) Wohltmann, Fischer u. Schneider. Bodenbakteriologische und bodenchemische Studien aus dem Versuchsfelde Bonn-Poppelsdorf. Journal f. Landw. B. 52. S. 97. 1904.

stigte, wodurch selbstverständlich das Auswaschen des Stickstoffs aus dem Boden begünstigt wurde.

Wird durch Kalkdüngung sowohl die Arbeit der stickstoffbindenden wie auch die der nitrifizierenden (also stickstoffzehrenden) Bakterien gefördert, so steht zu erwarten, daß das Endresultat dieser beiden, in entgegengesetzten Richtungen sich äußernden Wirkungen je nach den Bedingungen bald eine Verarmung, bald eine Anreicherung des Bodens an Stickstoff bilden kann. In dem konkreten Fall der Poppelsdorfer Versuche trat die erste dieser Möglichkeiten ein, d. h. die Verarmung des gekalkten Bodens an Stickstoff.

Es wäre außerordentlich interessant und auch praktisch wichtig, die Bedingungen kennen zu lernen, unter welchen die Gesamtarbeit der Mikroorganismen im Boden dessen Anreicherung an Stickstoff zur Folge hätte.

Um einen kleinen Beitrag zu dieser wichtigen Frage zu liefern, haben wir den Boden einiger Parzellen des Versuchsfeldes des Landwirtschaftlichen Studiums in Krakau, welche seit 11 Jahren gleichförmig, aber untereinander ungleichartig gedüngt werden, einigen bakteriologischen und analytischen Untersuchungen unterworfen, deren Hauptresultate hier mitgeteilt werden sollen.

---

Diese Untersuchungen haben wir im Agrikulturchemischen Laboratorium der Universität Krakau ausgeführt und halten es für unsere angenehme Pflicht, an dieser Stelle dem Direktor des Institutes, Herrn Prof. Godlewski (sen.) für seine schätzbaren Ratschläge unseren besten Dank auszusprechen.

---

In erster Linie handelte es sich wieder um den Einfluß der Kalkdüngung auf die stickstoffbindende Kraft der Bakterienflora und auf das Endresultat des 11-jährigen Stickstoffumsatzes im Boden.

Die Versuchsparzellen wurden folgenderweise behandelt. Im Jahre 1894 wurden auf einer Fläche von $^1/_4$ Ha 24 Parzellen zu je 1 Ar abgegrenzt und diese in 4 Abteilungen zu je 6 Parzellen eingeteilt. Im Jahre 1895 wurden 4 Parzellen (1, 4, 5, 6) jeder Abteilung mit je 50 kg Kalk bestreut, zwei andere (2 u. 3) unge-

kalkt belassen. In demselben Jahre begann auch eine regelmäßige, jährlich wiederkehrende Düngung der Parzellen. Die folgende Tabelle, in welcher die Kali-, Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung mit Buchstaben K, P, N bezeichnet sind, veranschaulicht die Situation und die Düngungsweise der Parzellen.

TABELLE I.

| Abteilung I. | | | | | | Abteilung II. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| KPN | — | KPN | KP | KN | NP | KPN | — | KPN | KP | KN | NP |
| gekalkt | ungekalkt | | gekalkt | | | gekalkt | ungekalkt | | gekalkt | | |
| **Abteilung III.** | | | | | | **Abteilung IV.** | | | | | |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| NP | KN | KP | KPN | — | KPN | NP | KN | KP | KPN | — | KPN |
| gekalkt | | | ungekalkt | | gekalkt | gekalkt | | | ungekalkt | | gekalkt |

Den Untersuchungen waren insbesondere die Parzellen 1, 2, 3 und 4 aller vier Abteilungen unterzogen, also zwei gekalkte (1, 4) und zwei ungekalkte (2, 3) Parzellen. Die Untersuchung erstreckte sich:

1) auf das Vorkommen des Azotobacters im Boden,

2) auf die stickstoffbindende Kraft der Mikroorganismenflora verschiedener Parzellen. und

3) auf den Stickstoffgehalt des Bodens.

### 1. Vorkommen des Azotobacters.

Zu einer ungefähren Schätzung des mehr oder weniger reichlichen Vorkommens des Azotobacters in dem Boden verschiedener Parzellen bedienten wir uns der Methode von Hiltner und Störmer. Diese Methode beruht darauf, daß man durch eine Reihe von Verdünnungen einer bekannten Menge des zu untersuchenden Impfmaterials diejenige Menge desselben aufsucht, welche genügt, um die Entwickelung des betreffenden Mikroorganismus (hier des Azotobacters) in geeigneter, sterilisierter Nährlösung (hier Mannitnährlö-

sung nach Beijerinck) hervorzurufen. Die Zahlenresultate, welche wir mit dieser Methode erhielten, stimmten so wenig untereinander, daß es sich nicht lohnte, sie hier wiederzugeben; wir wollen nur hervorheben, daß wir den Azotobacter in dem Bodem sämtlicher Parzellen, sowohl der gekalkten wie der ungekalkten gefunden haben, daß er aber im Boden der gekalkten Parzellen in viel reichlicherer Menge vorhanden war als in dem der ungekalkten.

Dieses reichlichere Vorkommen des Azotobacters in dem Boden der gekalkten Parzellen äußerte sich auch dadurch, daß, wenn man gleiche Mengen Mannitnährlösung in Erlenmeyer-Kolben mit gleicher Bodenmenge aus den gekalkten und den ungekalkten Parzellen geimpft hatte, sich bereits nach wenigen Tagen in den mit gekalkter Erde geimpften Kolben eine immer mehr sich verdickende perlmutterartige Kammhaut bildete, während man an den mit ungekalkter Erde geimpften nur eine Schaumbildung, jedoch keine Kammhaut beobachten konnte. Die mikroskopische Untersuchung der Lösungen ergab, daß die Kammhäute fast nur aus Azotobacter bestanden, wogegen in den Lösungen, in welchen nur Schaumbildung hervortrat, zwar Azotobacter auch immer zu finden war, aber so spärlich vorkam, daß man oft lange nach ihm suchen mußte.

### 2. Stickstoffbindende Kraft der Mikroorganismenflora verschiedener Parzellen.

In Anbetracht der Schwierigkeiten, die Zahl der stickstoffbindenden Bakterien im Boden in zuverlässiger Weise zu bestimmen und in Anbetracht dessen, daß bereits Löhnis dargetan hat, daß die stickstoffbindende Kraft des Bodens durchaus nicht immer mit der durch die Verdünnungsmethode gefundene Zahl der Azotobacterzellen im Boden Hand in Hand geht, haben wir unsere Bemühungen hauptsächlich auf die unmittelbare Ermittelung der stickstoffbindenden Kraft des Bodens unserer verschiedenem Parzellen gerichtet. Zu diesem Zwecke bedienten wir uns der Methode Remy's. Diese beruht darauf, daß man eine gewisse Menge der entsprechenden sterilisierten Nährlösung mit einer bestimmten Menge der zu untersuchenden Erde impft, sie dann eine Zeit lang stehen läßt und zuletzt durch Analyse die betreffenden Veränderungen (hier also den Stickstoffgewinn) ermittelt, welche unter dem Einflusse

der Entwickelung der mit der Erde hineingebrachten Organismen in der Nährlösung eingetreten sind.

Zur Erforschung der Stickstoffbindung haben sich bereits Löhnis, Gutzeit, Buhlert und Fickendey[1]) dieser Methode bedient.

Löhnis[2]) konstatierte damit die günstige Wirkung der Frühjahrsbearbeitung des Bodens auf ihre stickstoffbindende Kraft hin und fand auch, daß die Verminderung der Bodenfeuchtigkeit unter einer gewissen Grenze schädigend auf diese stickstoffbindende Kraft einwirkt.

Bei uns handelte es sich insbesondere um Vergleichung der stickstoffbindenden Kraft des Bodens der gekalkten und der ungekalkten Parzellen.

Da Löhnis bei seinen Versuchen fand, daß man besser übereinstimmende Resultate erhält, wenn man Lösungen mit einer größeren Erdmenge impft, so haben wir bei unseren Versuchen stets 200 ccm Mannitnährlösung mit 20 g frischer Erde geimpft. Unsere Nährlösung enthielt pro 1 Liter Leitungswasser 20 g Mannit und 0·5 g $K_2HPO_4$. Je 200 ccm dieser Lösung in Erlenmeyerschem Kolben von 850 ccm Inhalt wurde dreimal in strömendem Dampfe sterilisiert und erst dann mit Erde geimpft. Die Impferde stammte aus den Parzellen 1, 2, 3, 4 jeder der vier Abteilungen. Mit der Erde einer jeden dieser Parzellen wurden zwei Versuchskolben geimpft und einem derselben fügte man noch 0·2 g $CaCO_3$ hinzu.

Auf diese Weise wurden 32 Versuchskolben zusammengestellt. Außerdem wurde in besonderen Kontrollkolben in der Nährlösung und der zur Impfung üblich benutzten Erdemengen aus einer jeden Parzelle Stickstoff bestimmt. Dieser Stickstoffgehalt wurde dann von der Gesamtmenge des in den entsprechenden Versuchskolben gefundenen Stickstoff abgezogen. Jeder Versuch dauerte 10 Tage lang, während welcher Zeit die Kolben im Dunkeln bei Zimmertemperatur gehalten wurden. Nach einigen Tagen bildete sich auf den Nährlösungen in den mit gekalkter Erde geimpften Kolben

[1]) Centralbl. f. Bakt. B. XVI. S. 358, 399. 1906.

[2]) Löhnis. Ein Beitrag zur Methodik der bakteriologischen Bodenuntersuchung. Centralbl. f. Bakt. B. XII. S. 262, 448. 1904.

Zur Methodik der bakteriologischen Bodenuntersuchung. II. Centralbl. für Bakt. B. XIV. S. 1.

Untersuchungen über den Verlauf der Stickstoffumsetzungen in der Ackererde. Centralbl. f. Bakt. B. XV. S. 361, 430. 1905.

eine perlmutterartige Kammhaut, in den mit ungekalkter Erde nur ein Schaum. Am Ende des Versuchs, bevor man die Stickstoffbestimmung unternahm, wurde der Inhalt der Kolben mikroskopisch untersucht, wobei es sich wieder herausstellte, daß die Kammhaut fast ausschließlich aus Azotobacter bestand, während dort, wo nur Schaumbildung hervortrat, Azotobacter erst nach längerem Suchen gefunden werden konnte.

Nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure und Abdampfen in Kjeldahlkolben wurde in allen diesen Rohkulturen der Gesamtstickstoff bestimmt. Diese Stickstoffbestimmungen ergaben folgende Resultate.

(Siehe Tabelle II, Seite 567).

Aus den angeführten Zahlen ist trotz gewissen Schwankungen deutlich zu ersehen, daß die Bindung des elementaren Stickstoffes in den mit gekalkter Erde geimpften Kolben bedeutend größer war als in den Kolben mit ungekalkter Erde und zwar ohne Rücksicht darauf, ob die Impferde aus den mit Stickstoff gedüngten oder nicht gedüngten Parzellen herrührte.

Während in den mit gekalkter Erde geimpften Kolben der Stickstoffgewinn in 10 Tagen im Mittel 18·39 und 16·75 mg betrug, so belief er sich in den mit ungekalkter Erde geimpften Kolben nur auf 6·83 und 7·47 mg.

Aus diesen Zahlen ist auch ersichtlich, daß $CaCO_3$ - Zusatz in Kolben *b* in der Menge von 0·2 g keine unmittelbare Wirkung auf die Stickstoffbindung ausübte. Dieser Umstand beweist, daß es sich hier nicht um unmittelbare Kalkwirkung während des Versuches handelte, sondern daß das Versuchsergebnis als ein Ausdruck der verschiedenen Zusammensetzung der Mikroorganismenflora der gekalkten und der ungekalkten Parzellen betrachtet werden muß.

Ein zweiter ähnlicher Versuch wurde am 12. Juni 1906 angestellt. Die Erdeproben wurden diesmal nur der Abteilung III des Versuchsfeldes aus schon mit Vegetation (Hirse) bedeckten Parzellen entnommen. In die Kolben wurde kein $CaCO_3$ - Zusatz gegeben. In diesem Versuche bildete sich die Kammhaut auf der Oberfläche der Nährlösungen viel später als in dem vorhergehenden und zwar erst am 7. Tage; sie war auch hier in allen mit der Erde aus gekalkten Parzellen geimpften Kolben zu beobachten ohne

# TABELLE II.

| | | Parzelle 1. | | | Parzelle 2. | | | Parzelle 3. | | | Parzelle 4. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Art der Düngung | | Vollst. Düngung und Kalk | | | Ohne Düngung und ohne Kalk | | | Vollst. Düngung ohne Kalk | | | Düngung ohne N mit Kalk | | |
| Abteilung des Versuchsfeldes | Kolben *a* ohne $Ca\,CO_3$; Kolben *b* mit 0·2 g $Ca\,CO_3$ | Stickstoffgehalt der Nährlösung mit 20 g Erde in mg | Gesamtstickstoffgehalt in mg | Stickstoffgewinn in mg | Stickstoffgehalt der Nährlösung mit 20 g Erde in mg | Gesamtstickstoffgehalt in mg | Stickstoffgewinn in mg | Stickstoffgehalt der Nährlösung mit 20 g Erde in mg | Gesamtstickstoffgehalt in mg | Stickstoffgewinn in mg | Stickstoffgehalt der Nährlösung mit 20 g Erde in mg | Gesamtstickstoffgehalt in mg | Stickstoffgewinn in mg |
| I | a | 18·83 | — | — | 18·62 | 24·92 | 6·30 | 17·64 | 27·51 | 9·87 | 18·97 | 37·52 | 18·15 |
| | b | | 43·12 | 24·29 | | 26·04 | 7·42 | | 31·43 | 13·79 | | 41·16 | 22·19 |
| II | a | 19·18 | 35·81 | 16·63 | 16·03 | 21·00 | 4·97 | 17·22 | 25·90 | 8·68 | 16·60 | 29·75 | 13·15 |
| | b | | 31·36 | 12·18 | | 22·40 | 6·37 | | 23·60 | 6·38 | | 29·40 | 12·80 |
| III | a | 17·78 | 33·11 | 15·33 | 16·38 | 21·70 | 5·32 | 16·17 | 21·49 | 5·32 | 16·31 | 32·20 | 15·89 |
| | b | | 37·80 | 20·02 | | 26·81 | 10·43 | | 21·77 | 5·60 | | — | — |
| IV | a | 14·35 | 36·26 | 21·91 | 14·70 | 21·49 | 6·79 | 16·17 | 20·86 | 4·69 | 16·17 | 32·90 | 16·73 |
| | b | | 32·69 | 18·34 | | 21·70 | 7·00 | | 21·56 | 5·39 | | 34·02 | 17·85 |
| mittlerer Stickstoffgewinn in mg | | | | 18·39 | | | 6·83 | | | 7·47 | | | 16·75 |

Rücksicht darauf, ob die betreffenden Parzellen mit vollständigem Dünger oder mit Dünger ohne Stickstoff gedüngt waren.

In dem Kolben mit der Erde aus der ungekalkten, aber gedüngten Parzelle (3) bildete sich wie im vorigen Versuche bis zum Ende des Versuches nur Schaum; aber in den Kolben mit Erde aus der ungekalkten und ungedüngten Parzelle (2) trat, wenn auch sehr schwach, eine Kammhautbildung auf. Dieser Versuch dauerte auch 10 Tage. Die Resultate, welche in der Tabelle III zusammengestellt sind, stimmen im allgemeinen mit denen des ersten Versuches überein. Auch hier hat die aus gekalkten Parzellen (1, 4) stammende Impferde größere Stickstoffassimilation verursacht als die Impferde aus ungekalkten Parzellen (2, 3), nur war die Stickstoffassimilation in diesem Versuche im allgemeinen schwächer als in dem vorigen.

TABELLE III.

| Nr. der Parzellen | Art der Düngung | Stickstoffgehalt der Nährlösung mit 20 g Erde in mg | Gesamtstickstoffgehalt in mg | Stickstoffgewinn in mg |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Vollständige Düngung mit Kalk | 18·27 | 29·75 | 11·48 |
| | | | 30·24 | 11·97 |
| 2 | Ohne Düngung und ohne Kalk | 16·59 | 25·76 | 9·17 |
| | | | 24·78 | 8·19 |
| 3 | Vollständige Düngung ohne Kalk | 17·01 | 19·81 | 2·80 |
| | | | 19·88 | 2·87 |
| 4 | Düngung ohne Stickstoff mit Kalk | 16·45 | 29·26 | 12·81 |
| | | | 29·40 | 12·95 |

Die größte Abschwächung zeigte sich in den Kolben mit Erde aus gedüngten aber ungekalkten Parzelle Nr. 3.

Dieses Ergebnis steht vielleicht im Zusammenhang mit den äußeren Bedingungen, in welchen sich der Acker unmittelbar vor der Probeentnahme befand. Diese Bedingungen waren wesentlich anders als zur Zeit der Probeentnahme für den ersten Versuch.

Die Temperatur war zwar eine ziemlich gleiche, der Unterschied lag aber in den Niederschlagsmengen. Diese betrugen in 12

Tagen vor der Probeentnahme für den ersten Versuch d. h. in der Zeit vom 29/IV bis zum 9/V — 6·85 mm und in 12 Tagen vor der Probeentnahme für den zweiten Versuch 56·9 mm. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß die reichlicheren Regengüsse unmittelbar vor der Probeentnahme für den zweiten Versuch so ungünstig die Resultate dieses Versuchs beeinflußten. Die Abnahme der Stickstoffassimilationsfähigkeit unter dem Einfluß einer starken Verminderung der Bodenfeuchtigkeit wurde von Löhnis beobachtet [1]). Derselbe fand in einem Versuche, wo man 100 ccm Mannitnährlösung mit einer am 9/V entnommenen Erde geimpft hatte, 14·11—12·06 mg Stickstoffgewinn in 3 Wochen, dagegen in einem Versuche, in welchem man die Impferde am 7/VII entnommen hatte, nur — 5·60 und 5·19 mg. Diesen Unterschied erklärt Löhnis dadurch, daß die Bodenfeuchtigkeit am 9/V 16%, am 7/VII aber nur 11·6% betrug. Vielleicht also war bei unserem zweitem Versuche derselbe Erfolg umgekehrt durch einen Überfluß an Wasser verursacht.

### 3. Stickstoffgehalt des Bodens der gekalkten und der ungekalkten Parzellen.

Um sich zu überzeugen, wie die Kalkdüngung das Endresultat des Stickstoffumsatzes in dem Boden der Versuchsparzellen beeinflußt hat, wurde im Herbste 1905 und bei einigen Parzellen auch im Frühjahr 1906 eine Reihe von Stickstoffbestimmungen des Bodens verschiedener Parzellen ausgeführt. Zur Stickstoffbestimmung wurden bald nach der Rübenernte Bodenproben bis zum Spatenstiche an zwei Stellen einer jeden Parzelle genommen. Nach dem Durchmischen, Trocknen und Absieben der Proben durch ein Einmillimetersieb entnahm man aus denselben für Stickstoffbestimmungen Portionen von etwa 35—40 g. Die Bestimmungen wurden in der Regel nach Försters Methode ausgeführt, obwohl die Kontrollanalysen zeigten, daß die einfache Verbrennung mit Schwefelsäure dieselben Resultate ergab.

Die Resultate der Einzelbestimmungen stimmten bei denselben Proben bis auf 0·005 %. Die Unterschiede zwischen den Bestimmungen, welche man im Boden derselben Parzellen einerseits im Herbst 1905, anderseits im Frühjahr ausgeführt hatte, erreichten

[1]) Löhnis. Untersuchungen über den Verlauf der Stickstoffumsetzungen in der Ackererde. Centralbl. f. Bakt. B. XV. S. 361. 1905.

höchstens 0·012°/₀. Bei ähnlichen Stickstoffbestimmungen im Boden einer und derselben Parzelle erhielt Thiele[1]) bei 10 gleichzeitig entnommenen Proben Abweichungen bis zu 0·0106°/₀ und als er das ganze Jahr hindurch zweimal monatlich den Stickstoffgehalt dieses Bodens ermittelte, fand er, daß die höchsten Abweichungen 0·0157°/₀ betrugen.

Unsere Analysenbefunde sind in der Tabelle IV. zusammengestellt, in welcher die in je 100 g Erde enthaltene Stickstoffmenge in mg angegeben ist.

(Siehe Tabelle IV. Seite 571).

Vergleicht man den Stickstoffgehalt der Parzellen Nr. 1. und Nr. 3, so ersieht man daraus leicht, daß auf den letzteren der Stickstoffvorrat wesentlich niedriger ist, obwohl sie alljährlich vollständige Düngung mit Stickstoff erhalten wie auch die Parzellen Nr. 1 und in 10 Jahren insgesamt mit 6·7 kg Stickstoff pro 1 Ar versehen wurden. In dieser Richtung zeigt nur Abteilung IV eine Abweichung.

Vergleicht man weiter die Parzellen Nr. 2 und Nr. 4, so kann man ersehen, daß die Parzellen Nr. 4 immer mehr Stickstoff enthalten, obwohl man ihnen mit den Ernten stets mehr Stickstoff entnimmt als den Parzellen Nr. 2.[2])

Im allgemeinen finden wir also größere Stickstoffmengen immer dort, wo der Boden mit Kalk gedüngt wurde, und dieses Ergebnis wird durch unbedeutende Schwankungen in Stickstoffbestimmungen vom Herbst 1905 und vom Frühjahr 1906 nicht verdunkelt. Die Ursache dieser Schwankungen bleibt zur Zeit unerklärt, die Differenzen aber, welche gleich gedüngte Parzellen auf verschiedenen Abteilungen des Versuchsfeldes zeigen, kann man leicht an der Hand des Situationsplanes der Parzellen (vergleich Seite 563.) erklären. Wenn wir die mittleren Zahlen aus der Tabelle IV mit dem Situationsplan zusammenstellen, so sehen wir, daß die Differenzen zwischen diesen Zahlen durch die Ungleichheit des Feldes über-

[1]) R. Thiele. Die Verarbeitung des atmosphärischen Stickstoffes durch Mikroorganismen. Landw. V-Stationen B. LXIII. S. 188. 1905.

[2]) E. Godlewski. Über das Nährstoffbedürfnis einiger Kulturpflanzen. Sonderabdruk aus der Zeitschrift f. das Landw. Vers.-Wesen in Österreich 1901.

E. Godlewski u. S. Jentys. Wymagania pokarmowe niektórych roślin gospodarskich. Roczniki Nauk Rolniczych. B. I. 1903. Krakau (polnisch).

## TABELLE IV.

| Abteilungen des Versuchsfeldes | Die Zeit der Probenahme | Art der Düngung | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Parz. 1. | Parz. 2. | Parz. 3. | Parz. 4. |
| | | KPN mit *Kalk* | — ohne *Kalk* | KPN ohne *Kalk* | KP mit *Kalk* |
| I | 1905 | 113 | 109 | — | 115 |
| | | 112 | 108 | — | 110 |
| | | — | 109 | — | 113 |
| | | — | 104 | — | 110 |
| | 1906 | 117 | 107 | 98 | 105 |
| | | 118 | 110 | 100 | 104 |
| | | 120 | 106 | 102 | 106 |
| | Mittel | **116** | **108** | **100** | **109** |
| II | 1905 | 107 | 94 | — | — |
| | | 109 | 95 | — | — |
| | | — | 95 | — | — |
| | | — | 96 | — | — |
| | 1906 | 109 | 94 | 100 | 94 |
| | | 107 | 93 | 98 | 96 |
| | | 108 | 93 | 98 | 97 |
| | Mittel | **108** | **94** | **99** | **96** |
| III | 1905 | 104 | 99 | — | 103 |
| | | 105 | 99 | — | 101 |
| | | 106 | 101 | — | 105 |
| | | 105 | 100 | — | 102 |
| | | 103 | 98 | — | 103 |
| | 1906 | 107 | 89 | 96 | 100 |
| | | 106 | 90 | 95 | 100 |
| | | 103 | 88 | 96 | 99 |
| | Mittel | **105** | **96** | **96** | **102** |
| IV | 1905 | 92 | 95 | — | 97 |
| | | 94 | 94 | — | 95 |
| | | 91 | 94 | — | 97 |
| | | 93 | 93 | — | 97 |
| | | 92 | 95 | — | 96 |
| | 1906 | 85 | 85 | 99 | 94 |
| | | 88 | 83 | 98 | 94 |
| | | 85 | 83 | 97 | 94 |
| | Mittel | **90** | **90** | **98** | **96** |

haupt bedingt werden. Nämlich der Stickstoffgehalt des Bodens nimmt in der Richtung der Diagonale von Abt. IV. gegen Abt. I. zu. Und dadurch kann man die obenerwähnte Erscheinung erklären, daß auf der Abt. IV. Parzelle Nr. 1. niedrigeren Stickstoffgehalt zeigt als Parzelle Nr. 3.

Der Umstand, daß auf Parzellen 1 mehr Stickstoff als auf Parzellen 3 gefunden wird, und zwar trotzdem sowohl den ersteren als den anderen gleiche Stickstoffmengen mit den Ernten entzogen werden — ferner der Umstand. daß die Parzellen 4 mehr Stickstoff enthalten als die Parzellen 2, obwohl wiederum mit den Ernten den ersteren mehr Stickstoff als den letzteren entzogen wird — dies alles beweist unwiderleglich, daß im Boden unter dem Einflusse der Kalkung die Anreicherung an Stickstoff erfolgt — ähnlich wie in den oben geschilderten und mit Remy's Methode ausgeführten Versuchen. Und dieser mittelbare oder unmittelbare Einfluß der Kalkdüngung auf Stickstoffgehalt äußert sich auf einem ziemlich kalkreichen Boden — mindestens auf dem Boden, welcher durch Mehrerträge auf die Kalkung nicht reagiert. Infolge der größeren Stickstoffassimilation im gekalkten Boden bleiben die Erträge auf Parzellen Nr. 4. die seit 10. Jahren keine Stickstoffdüngung erhalten, und auf denen keine Leguminosenpflanzen angebaut werden, immer auf gleicher Höhe und ihr Verhältnis zu den Erträgen auf mit Stickstoff gedüngten Parzellen Nr. 1. bleibt konstant. Außerdem nimmt noch auf denselben Parzellen der Stickstoffgehalt zu und jetzt ist er schon höher als auf den mit Stickstoffdünger behandelten aber nicht gekalkten Parzellen.

Das allgemeine Ergebnis dieser Untersuchungen steht im Widerspruch mit den oben erwähnten. das Versuchsfeld in Poppelsdorf betreffenden Beobachtungen von Wohltmann, Fischer u. Schneider. Dort zeigen die gekalkten Parzellen stets niedrigeren Stickstoffgehalt als die ungekalkten. Der Gesamtgehalt an Kalk im Boden dieser zwei Versuchsfelder scheint fast gleich zu sein. Während der Poppelsdorfer Boden in kaltem Salzsäure-Auszug 0·145% CaO aufweist, betragen die Kalkmengen auf dem Krakauer Versuchsfelde auf Abt. III und zwar:

| | | | |
|---|---|---|---|
| auf Parzelle | 1 | mit vollst. Düngung und Kalkung | 0·212% |
| „ „ | 2 | ohne Düngung und ohne Kalkung | 0·198% |
| „ „ | 3 | mit vollst. Düngung ohne Kalk | 0·175% |
| „ „ | 4 | ohne Stickstoff mit Kalkung | 0·231% |

Möglicherweise ist der Grund dieses Unterschiedes zwischen den in Poppelsdorf und den in Krakau erhaltenen Resultaten darin zu suchen, daß dort die Kalkung 170 kg, in Krakau dagegen nur 50 kg pro 1 Ar betrug.

Jedenfalls kann die Tatsache, daß die Kalkung fördernd auf die Stickstoffanreicherung im Boden wirkt, nicht verallgemeinert werden. Es sind wahrscheinlich im Boden nicht näher bekannte Bedingungen enthalten, welche nach Kalkzusatz von den gleichwertig erhöhten Tätigkeiten der Mikroorganismen in einem Falle wie in Poppelsdorf das Übergewicht der Nitrifikation über die Stickstoffbindung bewirken; in einem anderen Falle steht die erhöhte Nitrifikation hinter der noch mehr erhöhten Stickstoffbindung zurück und endlich erfolgt eine merkliche Erhöhung des Stickstoffgehaltes im Boden wie das in unseren hier geschilderten Untersuchungen bewiesen wurde.

---

Wir können unsere Untersuchungen bezüglich der Kalkwirkung auf das Gesamtergebnis des Stickstoffumsatzes im Boden als abgeschlossen betrachten und wollen nun vorläufig einige Beobachtungen über Stickstoffassimilation und Entwicklung von Azotobacter chroococcum in Reinkultur mitteilen, besonders da sie in einigen Fällen nicht mit den neuesten Publikationen übereinstimmen.

Erstens hielt man bislang allgemein die Isolierung des Azotobacters für sehr leicht. Und doch gelang es Thiele, diesen Organismus von einem anderen, von dem Verfasser „bacillus molestus“ genannten, vollkommen erst nach drei Monaten zu isolieren. Wir müssen gestehen, daß auch wir zunächst fast mit gleichen Schwierigkeiten zu kämpfen hatten und erst nach 1 Monate den Azotobacter in Reinkultur erhielten, aber später zeigte es sich doch, daß solche Schwierigkeiten sich nur dann einstellen, wenn zu der ersten Abimpfung eine verhältnismäßig junge Rohkultur verwendet wird. Bei der Abimpfung einer älteren Kammhaut genügen oft 4—5 Abimpfungen, um die Reinkultur von Azotobacter zu gewinnen.

Die Kolonien von Azotobacter werden, wie schon öfters hervorgehoben wurde, keineswegs immer braun und dieses Merkmal kann also nicht als charakteristisch gelten. Die Umstände, bei welchen die Azotobacter-Kolonien braun bis schwarz werden, können überhaupt heute nicht genau bestimmt werden.

Auf der Oberfläche der flüssiger Nährmedien bei der Reinkultur von Azotobacter haben wir nie eine Kammhaut bemerkt, nur nach langer Zeit entsteht an der Berührungsstelle der Flüssigkeit mit dem Gefäß ein brauner Ring, jedoch gar keine Membrane, was mit der Schilderung von Azotobacterreinkulturen in Nährlösungen von fast allen Forschern übereinstimmt. In Nährlösungen bildet Azotobacter nur einen trüben Bodensatz und auf der Oberfläche bleibt sogar eine einige mm dünne Schicht von Nährlösung ganz klar. Nach Heinze [1]) wird die Kammhautbildung sogar in Reinkulturen besonders durch Gegenwart von Pektinstoffen gefördert.

Wesentlich anderen Standpunkt nimmt J. Stoklasa ein [2]), wenn er schreibt, daß „in den mit Azotobacter geimpften Kolben sich auf der Oberfläche eine charakteristische perlmutterartig glänzende Membrane zeigte, welche durch mikroskopische Untersuchung als Reinkultur von Azotobacter festgestellt wurde“. Und dies bezieht sich auf junge 15 bis 20 tägige Kulturen. Indessen stimmt die Beobachtung von J. Stoklasa, der — wie er selbst schreibt — die Isolierungsmethode von Azotobacter unmittelbar im Laboratorium Beijerincks kennen gelernt hat, nicht damit überein, was Beijerinck diesbezüglich sagt [3]), daß „in den Reinkulturen niemals die schönen treibenden Häute der Rohkulturen erhalten werden. Doch mag dieses mit der Gegenwart der vielen fremden Mikroorganismen zusammenhängen“.

Unsere Versuche über die Stickstoffassimilation durch Azotobacter in Reinkultur zeigen im allgemeinen nur sehr bescheidene Stickstoffgewinne; doch wenn wir dieselben pro 1 Liter Nährlösung berechnet hätten, würden sie nicht den von Anderen erhaltenen Resultaten nachstehen.

Was das Verhältnis der gebundenen Stickstoffmengen zu den verbrauchten Mannit- oder Glukosemengen betrifft, stimmen unsere Zahlen im allgemeinen mit den schon mehrmals ermittelten überein. So betrug z. B. der Stickstoffgewinn in Petri-Schalen auf Glukose-Agar-Nährboden im Laufe von 6 Tagen 2·02 und 2·10 mg

[1]) Centralblatt für Bakt. B. XIV. S. 84. 1904.

[2]) J. Stoklasa. Über die chemischen Vorgänge bei Assimilation des elementaren Stickstoffes durch Azotobacter u. Radiobacter. Ber. d. deutsch bot. Gesell. B. XXIV. S. 22. 1906.

[3]) Beijerinck. Über oligonitrophile Mikroben. Centralblatt für Bakt. B. VIII. S. 569. 1901.

bei gleichzeitigem Verbrauch von 283 u. 210 mg Glukose. Ebensolche Stickstoffgewinne haben wir auch auf Mannit-Agar-Nährboden erhalten.

In einer Nährlösung von 200 ccm mit 2% Mannit in 3 Wochen betrug der Gesamtstickstoffgewinn 1·33 mg. In gemischter Kultur von Azotobacter mit sehr winzigen Bakterien, deren Kolonien oft neben Azotobacter auf Nähragar hervortraten, betrug in dieser Zeit der Stickstoffgewinn 1·99 mg und in einer Kultur von diesen Bakterien allein — 0·49 mg.[1])

In 200 ccm 1·2% Glukoselösung (optimale Konzentration nach Gerlach uud Vogel) betrug die von Azotobacter gebundene Stickstoffmenge 3·28, 3·61 u. 4·96 mg.

Von den Versuchen über den Gaswechsel bei der Kultur von Azotobacter wollen wir folgende kurz anführen. Diese Versuche wurden in geschlossenen Apparaten nach Prof. Godlewski ausgeführt, in welchen die ausgeatmete Kohlensäure in einem kleinen Gefäß mit KOH absorbiert, dagegen die Menge des verbrauchten Sauerstoffs nach dem Quecksilber-Niveau im seitlichen Röhrchen bestimmt wurde. Am Ende des Versuches wurden einzelne Gasproben aus dem Apparate entnommen und einer Analyse in Eudiometern unterworfen.

In einem solchen mit Azotobacter auf festem Glukose-Agarnährboden, in einem Apparate von 842 ccm Inhalt ausgeführten Versuche betrug der verbrauchte Sauerstoff im Laufe von 7 Tagen 78·18 ccm und die ausgeatmete $CO_2$ 81·39 ccm. Die ganze Gasbilanz zeigte nur 0·85 ccm gebundenen Stickstoff, während nach der Analyse der Stickstoffgewinn 1·54 mg = 1·23 ccm betrug.

In einem Versuche mit Mannit-Agar hat der Azotobacter pro 65 ccm des verbrauchten Sauerstoffs 59 ccm $CO_2$ ausgeatmet. Stickstoffgewinn 2·5 mg.

In 50 ccm Mannitlösung betrug im Laufe von 46 Tagen der Sauerstoffkonsum 152·93 ccm, während 150·9 ccm $CO_2$ ausgeschieden wurde. Stickstoffgewinn 2·03 mg = 1·62 ccm.

[1]) Als regelmäßige Begleiter von Azotobacter auf festem Nährboden bei den ersten Abimpfungen der Rohkulturen fanden wir 2 Arten von Bakterien. Die eine bildete sehr dünne häutige Kolonien, welche vom Impfstrich sich flach ausbreiteten und eine schöne blaue Fluoreszenz zeigten. Eine andere Art waren tropfartige, halbkugelig erhabene, farblose Kolonien, welche Mannit- oder Glukosenährlösung in eine gallertartige Masse verwandelten.

Es verdient besonders von diesen Versuchen hervorgehoben zu werden, daß niemals in ihnen eine Spur von Wasserstoff gefunden wurde.

In ebenso ausgeführten Versuchen mit Rohkulturen von Azotobacter, in einer mit 5 g frischer Erde geimpften 100 ccm Mannitlösung war der Gasaustausch bedeutend energischer. Von Zeit zu Zeit mußte man daher reinen Sauerstoff in den Apparat einführen.

So z. B. betrug im Apparate von 776·29 ccm Inhalt während der ersten 5 Tage des Versuchs am 4. Tage das Maximum des verbrauchten Sauerstoffs 2·35 ccm pro Stunde. Die am 5. Tage bemerkte Abnahme von Sauerstoffverbrauch hatte in der verminderten Partialpressung von Sauerstoff ihren Grund, da der Sauerstoffkonsum gleich nach Zuführung von 93 ccm Sauerstoff bis 2·81 ccm pro Stunde zunahm (am 7. Tage). Am 8. Tage wurden noch 166 ccm weiter zugeführt und am nächsten Tage wuchs der Verbrauch bis auf 3·63 ccm pro Stunde an; darauf folgte eine plötzliche Abnahme bis 1·34 ccm, und stufenweise nahm diese Menge noch weiter ab.

Insgesamt wurden 433·49 ccm $O_2$ im Laufe von 12 Tagen verbraucht und 473·08 ccm $CO_2$ ausgeatmet. Die Analyse von einer dem Apparate am Ende des Versuchs entnommenen Gasprobe zeigte 5·29% H, 19·52% $O_2$ und 75·19 N. Zusammen wurden 42·53 ccm Wasserstoff ausgeschieden. Der Stickstoffgewinn betrug 11·27mg= 9·02 ccm.

In einem anderen Versuche im Apparate von 830·4 ccm Inhalt mit 100 ccm Mannitnährlösung, welche mit 10 g frischer Erde geimpft wurde, wurden im Laufe von 10 Tagen in den Apparat 513·46 ccm Sauerstoff eingeführt. Der Gesamtverbrauch an Sauerstoff betrug 684·29 ccm und dabei wurden 670·41 ccm $CO_2$ ausgeatmet. Nach der Gasanalyse wurden in diesem Versuche 87·37 ccm Wasserstoff gebildet und 11·57 ccm Stickstoff gebunden. Stickstoffgewinn in der Nährlösung betrug 15·15 mg=12·12 ccm. Aus diesen Versuchen geht schon hervor, daß Wasserstoff sich nur in Rohkulturen bildete, welche immer einen scharfen Geruch von Buttersäure besaßen. In den Reinkulturen von Azotobacter konnten wir weder Wasserstoffbildung noch Auftreten von anderen verbrennbaren Gasen wahrnehmen. Die Mengen des verbrauchten Sauerstoffs in Roh-wie auch in Reinkulturen und der ausgeatmeten Kohlensäre sind fast

gleich. Diese Ergebnisse stehen wiederum im Widerspruch mit den von J. Stoklasa erhaltenen Resultaten, da er eben in der Reinkultur von Azotobacter eine sehr intensive Wasserstoffbildung konstatierte. In den Versuchen, welche 2 Wochen dauerten, fand er in einem Falle die Menge von Wasserstoff 28 mg pro 3131·7 mg Kohlendioxyd, in einem anderen Fall — 30 mg pro 4920 mg Kohlensäure. Aus diesen Zahlen kann man leicht berechnen, daß auf je 5—7 ccm Kohlensäure 1 ccm Wasserstoff gebildet wurde.

In den hier geschilderten Versuchen mit Reinkultur von Azotobacter wurden 81·59 und 151 ccm Kohlensäure konstatiert und dabei keine Spur von Wasserstoff. In den Rohkulturen dagegen bildete sich 1 ccm Wasserstoff — in einem unseren Versuche auf je 7·7 ccm, in dem anderen auf je 11 ccm ausgeatmete $CO_2$.

Es sei jedoch zum Schluß hervorgehoben, daß in unseren Versuchen mit Reinkulturen von Azotobacter keine bedeutenden Stickstoffmengen gebunden waren, und dies ist die einzige Ursache, warum wir noch zögern, den Ergebnissen von J. Stoklasa entschieden zu widersprechen.

Im Juli 1906.

---

36. M. MARIE SMOLUCHOWSKI. **Zarys teoryi kinetycznej ruchu Browna i roztworów mętnych.** ***(Essai d'une théorie cinétique du mouvement Brownien et des milieux troubles).*** Mémoire présenté par M. Lad. Natanson m. t.

§ 1. Les mouvements tremblants, bien connus aux microscopistes qu'exécutent des particules très petites suspendues dans les liquides, en poursuivant des chemins capricieux en zigzag, ont été l'objet de nombreuses recherches depuis l'année 1827, où le botaniste Brown les avait signalés le premier; cependant, on n'a pas encore réussi à les expliquer d'une façon satisfaisante, et aucune des nombreuses théories proposées jusqu'à ce jour n'est admise généralement.

Cette incertitude est due, en partie, à l'inexactitude des données expérimentales, puisqu'on s'est borné, en général, à des observations qualitatives et à des descriptions vagues, mais d'autre part, et surtout, elle est due à des raisonnements théoriques erronés et à l'inexistence d'une théorie mathématique exacte. C'est pourquoi j'ai entre-

pris, il y a quelques années, de donner une analyse détaillée de la théorie cinétique du phénomène en question, qui me paraissait la plus vraisemblable. Je n'en ai pas encore publié les résultats, car je désirais les vérifier d'abord par une étude expérimentale étendue. Cependant, la discussion de ce sujet a été reprise dans deux travaux de M. Einstein [1]), où l'auteur étudie le déplacement que des petites particules devraient subir, grâce à leur mouvement moléculaire, ce qui l'amène à la conclusion que ce phénomène est de nature cinétique. Les conclusions de M. Einstein, quoique dérivées d'un raisonnement tout à fait différent, sont presque identiques avec une partie de celles auxquelles je suis arrivé moi-même; mais je crois que ma méthode fait mieux comprendre le mécanisme intime du phénomène et qu'elle est à l'abri de quelques objections qu'on pourrait élever contre celle de M. Einstein. C'est pourquoi je me suis décidé d'en donner un exposé dans ce qui suit; j'espère de contribuer ainsi à l'explication de ces phénomènes, si intéressants et importants au point de vue théorique.

Je donne aussi une analyse des faits expérimentaux connus et des théories proposées, d'où résultent des indications très nettes, je crois, en faveur de la théorie cinétique. J'ajoute enfin quelques remarques sur la théorie des milieux troubles.

---

## I.

§ 2. Les conclusions qu'on peut tirer des recherches expérimentales sur ce sujet, sont surtout de nature négative, c'est-à-dire qu'elles excluent des explications diverses qui semblent possibles *a priori*. Il paraît, qu'on peut considérer comme établis les faits suivants [1]):

[1]) Drude Ann. 17 p. 549 (1905), 19 p. 371 (1906).

[1]) Voici la liste des travaux consultés, dont les auteurs sont mentionnés dans ce qui suit: Brown: Pogg. Ann. 14 p. 294 (1828); Cantoni: Nuovo Cimento 27 p. 156 (1867); Rendic. I. Lomb. 1 p. 56 (1868), 22 p. 152 (1889); Dancer: Proc. Manch. Soc. 9 p. 82 (1869); Felix Exner: Drude Ann. 2 p. 843 (1900); Sigmund Exner: Wien. Sitzungsber. 56 p. 116 (1867); Gouy: J. d. Phys. 7 p. 561 (1888), Comptes Rend. 109 p. 102 (1889); Jevons: Proc. Manch. Soc. 9 p. 78 (1869); Kolacek: Beibl. 14 p.       (1889); Maltézos: Compt. Rend. 121 p. 303 (1895), Ann. Chim. Phys. 1 p. 559 (1894); Meade Bache: Proc. Amer. Phil Soc. 33 (1894), Chem. News 71 p. 47 (1895); Mensbrugghe: Pogg. Ann. 138 p. 323 (1869); Muncke: Pogg. Ann. 17 p. 159 (1829); Nägeli: Münch. Sitzgsber.

La généralité du phénomène de Brown.

On a examiné (surtout Brown, Wiener, Cantoni, Gouy) un nombre énorme de substances, les plus diverses, pulvérisées, et on a trouvé que toutes manifestent le mouvement, si leurs particules sont assez petites; de la même manière se comportent aussi des gouttelettes microscopiques de liquides et des bulles de gaz (p. ex. dans le contenu liquide des cavités dans certains minéraux). M. Gouy dit: „Le point le plus important est la généralité du phénomène; des milliers de particules ont été examinées et dans aucun cas on n'a vu une particule en suspension qui n'offrît pas le mouvement habituel".

Le mouvement est d'autant plus animé que les particules sont plus petites, il est à peine perceptible pour une grandeur de 0·004 mm, mais il est très rapide pour des particules à la limite de la visibilité.

Wiener donne les nombres approximatifs: $v = 0{\cdot}0023 \frac{\text{mm}}{\text{sec}}$ et $v = 0{\cdot}0005 \frac{\text{mm}}{\text{sec}}$ pour les diamètres $s = 0{\cdot}0010$ mm et $s = 0{\cdot}0016$ mm. Exner, qui seul a fait une recherche quantitative étendue, donne: $v = 0{\cdot}0027$, $0{\cdot}0033$, $0{\cdot}0038 \frac{\text{mm}}{\text{sec}}$ pour $s = 0{\cdot}0013$, $0{\cdot}0009$, $0{\cdot}0004$ mm (dans l'eau, à température 23°).

Quant à l'influence de la substance des particules, les auteurs ne sont pas d'accord entre eux. Gouy et Jevons maintiennent que des particules de grandeur égale, mais de substance quelconque, solide, liquide ou gazeuse, sont douées des mouvements peu différents, tandis que d'autres, surtout M. Cantoni, constatent aussi une influence de leur composition chimique (Ag plus actif que Fe, Pt > Pb etc.).

Il semble possible, toutefois, que les observations de Cantoni se réduisent au fait connu que certains substances peuvent être pulvérisées plus facilement que d'autres, et que la structure cristalline ou fibreuse de certains corps peut empêcher la formation des

1879 p. 389; Quincke: Naturf. Vers. Düsseldorf 1898 p. 28, Beibl. 23 p. 934 (1898); Regnauld: J. de pharm. (3) 34 p. 141 (1857); Fr. Schultze: Pogg. Ann. 129 p. 366 (1866); Spring: Rec. Trav. Chim. Pays-Bas p. 204 (1900); Wiener: Pogg. Ann. 118 p. 79 (1863).

particules sphériques, qui se prêtent le mieux à ces observations. En tout cas, la substance des particules n'importe que très peu.

Il n'y a pas de doute, au contraire, quant à l'influence du milieu liquide. Les mouvements sont les plus intenses dans l'eau et dans les liquides de fluidité semblable, ils sont moins prononcés dans les liquides plus visqueux et à peine perceptibles dans les liquides sirupeux, comme huile, glycérine, acide sulfurique. A une température de 50⁰, cependant, où la viscosité de la glycérine est beaucoup moindre, les mouvements sont plus distincts (S. Exner). M. Cantoni trouve que l'alcool et surtout la benzine et l'éther sont moins actifs que l'eau, tandis que d'après M. Muncke l'alcool serait plus actif.

§ 3. La généralité du phénomène est liée avec son

Invariabilité. C'est un fait accentué presque par tous les observateurs que les particules continuent toujours de se mouvoir de la même manière, pourvu qu'elles soient suspendues dans le liquide; le mouvement disparaît d'ordinaire lorsqu'elles sont disposées sur le fond ou sur les parois du vaisseau. C'est pourquoi les mouvements des substances à densité presque égale à l'unité peuvent être poursuivis plus longtemps que des substances lourdes, qui s'y déposent vite. C'est aussi ce qui explique l'arrêt apparent, causé par l'addition des sels (Jevons), qui produit, comme on le sait, la floculation et la sédimentation des particules (Maltézos, Gouy, Spring).

M. Cantoni ne pouvait constater aucun changement du mouvement en observant des liquides inclus entre des plaques de verre, dans de la paraffine, pendant toute une année[1]).

§ 4. Une propriété très caractéristique est l'indépendance de ces mouvements des conditions extérieures. On a essayé l'influence des agents les plus divers sans succès. Le phénomène ne change pas, si l'on couvre le liquide avec une plaque de verre, pour empêcher l'évaporation (Wiener, Cantoni, Gouy et d'autres), ou si l'on le met dans un endroit tranquille, à l'abri des ébranlements (S. Exner, Gouy), ou dans un bain à tempé-

[1]) L'addition de la gélatine arrête le mouvement, ce qui s'explique par la viscosité, ou plutôt par la structure de la gélatine (Wabenstructur, Bütschli). Des causes analogues (membranes d'écume) pouvaient affecter quelques phénomènes semblables, observés par M. Quincke.

rature constante (Gouy). On peut le maintenir pendant des mois dans l'obscurité (Meade Bache), ou le soumettre à l'ébullition pendant une heure (Maltézos), on peut empêcher l'accès des rayons calorifiques, on peut changer la couleur de la lumière incidente ou son intensité dans des limites de 1 : 1000 (Gouy), tout cela n'a pas d'effet appréciable. Une illumination intense n'agit que par l'élévation graduelle de la température, et c'est le seul agent qui accélère le mouvement — effet marqué surtout dans les liquides de grande viscosité (S. Exner). M. F. Exner a fait quelques mesures de l'influence de la température pour l'eau dont nous empruntons les résultats: $v = 0{\cdot}0032 \frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{sec}}$ pour $20^0$, et $v = 0{\cdot}0051 \frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{sec}}$ pour $71^0$.

§ 5. Les faits exposés dans le paragraphe précédent conduisent à abandonner toutes les théories qui présument des sources extérieures d'énergie, surtout l'hypothèse qui s'impose d'abord, que le phénomène Brownien est provoqué par les courants de convection, engendrés par les inégalités de le température au sein du liquide. Des considérations simples, concernant le mécanisme de tels courants, contredisent d'ailleurs cette explication. A la température de $40^0$ C. les mouvements devraient cesser complètement dans l'eau, tandis qu'ils subsistent, en réalité, avec presque la même vitesse, jusqu'à zéro (Meade Bache). Si l'espace rempli par le liquide est réduit, au moyen d'un couvre-objet, à un dixième de millimètre (p. ex. Gouy), les courants devraient être ralentis énormément, mais on n'observe aucun changement du mouvement. D'après un simple calcul approximatif une chute de $10{\cdot}000^0$ degrés par centimètre serait nécessaire dans ce cas à la production d'un courant correspondant aux vitesses mesurées du § 2. On aura de tels courants, en général, dans des vaisseaux à dimensions plus grandes, mais leur mouvement d'ensemble, de translation régulière, peut être distingué aisément, au microscope, du tremblement irrégulier exercé par chaque particule indépendamment des autres qui constitue le mouvement Brownien.

Remarquons enfin que les différences maxima de température autour d'une particule sphérique, exposée à l'insolation directe et absorbant tout le rayonnement à sa surface, ne sont qu'une fraction du coefficient $\frac{ca}{k}$ ($c =$ rayonnement solaire, $a =$ rayon de la sphère,

$k$ = conductibilité calorique), qui pour $a = 10^{-4}$ cm, $k = 10^{-3}$ (l'eau), est égal à $\frac{1}{300}^0$. Cela suffit, avec ce qui a été dit plus haut, à réfuter la théorie de M. Regnauld, d'après laquelle le mouvement serait dû aux courants engendrés autour de chaque particule, par suite de l'absorption des rayons à sa surface.

L'indépendance des mouvements de l'intensité du rayonnement incident prouve aussi l'impossibilité des hypothèses de M. Kolacek et de M. Quincke. La première suppose une analogie avec le mouvement du radiomètre, l'autre une analogie avec certains phénomènes de mouvement capillaire périodique, étudiés par M. Quincke. On hésitera, d'ailleurs, à admettre une analogie entre ces mouvements capillaires, qui sont un phénomène tout à fait exceptionnel, observé avec certains liquides (huile et solution de savon, alcool et solution de sels, etc.) et le mouvement Brownien, phénomène régulier et indépendant des substances employées; il serait difficile d'ailleurs de comprendre pourquoi et de quelle manière se ferait l'extension périodique (periodische Ausbreitung) des couches plus chaudes sur les couches plus froides, à la surface des particules, qui d'après M. Quincke, produirait ces mouvements.

On ne peut pas nier, naturellement, qu'un rayonnement assez intense pourrait engendrer un mouvement thermique, ou même radiométrique, mais celui-ci serait d'une autre nature que le mouvement Brownien.

§ 6. Restent à considérer les théories qui supposent des sources intérieures d'énergie. Il faut exclure, d'abord, l'hypothèse de l'existence de forces répulsives entre les particules (Meade Bache), ou de forces électriques semblables (Jevons), puisque celles-ci pourraient produire un certain groupement de particules, mais non pas un mouvement continu; d'ailleurs l'existence de ces forces ne serait qu'un nouveau problème à résoudre.

L'hypothèse, d'après laquelle le phénomène Brownien se réduirait à un phénomène purement capillaire, doit être abandonnée. Maltézos regarde des impuretés accidentelles comme la cause première, dérangeant l'équilibre capillaire; et des idées semblables ont été émises par M. Mensbrugghe (analogie avec le mouvement du camphre sur l'eau). Comment expliquerait-on que l'addition d'impuretés n'a aucun effet sur le mouvement, et que des corps absolument insolubles (diamant, graphite, métaux), se meuvent comme tous les autres? qu'ils ne cessent jamais de le faire, tandis qu'avec le

temps les différences initiales devraient tendre à disparaître. Les bulles de gaz microscopiques qui sont enfermées dans les minéraux n'auraient-elles pas encore atteint l'état d'équilibre capillaire? Et pourtant elles se meuvent.

---

## II.

§ 7. Procédons à l'examen des théories cinétiques.

L'observation directe du mouvement, au microscope, produit l'impression d'un mouvement moléculaire. Ce ne sont pas des vibrations, ni des simples mouvements progressifs, c'est plutôt un tremblement, ou comme M. Gouy s'exprime: un fourmillonnement. Les particules poursuivent des zigzags irréguliers, dans toutes les directions de l'espace, comme si elles étaient poussées par des collisions accidentelles avec les molécules; en somme, le progrès est très lent, malgré leur activité fiévreuse. Beaucoup de physiciens ont considéré ce phénomène comme une preuve évidente des théories cinétiques. Il y a deux manières de l'interpréter à ce point de vue. D'après M. Wiener et M. Gouy les particules indiquent les mouvements au sein du liquide, qui sont coordonnés dans des espaces de l'ordre d'un espace de (0·001 $mm^3$). C'est probablement ce que M. S. Exner avait en vue, en parlant de petits courants qui poussent ces corps. Nous reviendrons sur cette théorie plus tard (§ 19), ainsi qu'à l'objection soulevée par M. Maltézos, que l'hypothèse du parallélisme des mouvements dans l'espace de (0·001 $mm^3$) n'est nullement prouvée et qu'elle est incompatible avec leur indépendance pour des distances plus grandes.

Nous étudierons ici l'explication cinétique la plus simple: nous admettrons que ce qu'on voit constitue l'effet des collisions accidentelles des particules avec les molécules du liquide. Une objection considérée souvent comme décisive contre cette théorie a été faite par Nägeli. Il montre que la vitesse, transmise à une particule sphérique de diamètre 0·003 mm par la collision avec une molécule d'hydrogène, n'est que $2 \cdot 10^{-6} \frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{sec}}$, ce qui ne serait pas visible au microscope, et il prétend que les chocs, agissant de tous les côtés, s'annuleraient et ne donneraient aucun résultat perceptible.

§ 8. Cette conclusion est assimilable à l'erreur que commettrait une personne qui poursuit un jeu de hazard, si elle s'attendait à n'avoir

jamais de perte ou de gain plus considérable que l'enjeu simple. On sait qu'en général les chances ne se balancent pas exactement et que le montant de la somme perdue ou gagnée s'élève avec le nombre des coups. Il sera utile d'illustrer cette remarque par un calcul simple, basé sur la supposition de chances égales pour les coups favorables (+) et défavorables (—), dont le nombre total soit $n$. En considérant toutes les combinaisons possibles, on trouve la probabilité pour $m$ coups (+) et $n-m$ coups (—), c'est-à-dire pour une somme $(2m-n)$ positive:

$$\frac{n!}{2^n\, m!\, (n-m)!}.$$

D'où résulte la valeur moyenne de la déviation, positive ou négative:

$$v = 2 \sum_{m=\frac{n}{2}}^{n} \binom{n}{m} \frac{2m-n}{2^n},$$

si nous supposons, pour simplifier, un nombre $n$ pair.

Cette expression se transforme, en vertu du théorème binomial, et devient

(1) $$v = \frac{n}{2^n} \binom{n}{\frac{n}{2}},$$

ce qui pour des nombres $n$ grands se réduit approximativement à

(2) $$v = \sqrt{\frac{2n}{\pi}}$$

Il en résulte, que la vitesse transmise à la particule $M$ (étant en repos) par une collision directe avec une molécule $m$, douée d'une vitesse $c$, ne sera que $C = \frac{mc}{M}$, ce qui est de l'ordre de grandeur calculé par Nägeli, et la valeur moyenne absolue de la composante dans une direction fixe $X$ sera plus petite encore. Mais il faut considérer que la particule $M$ subira plus de $10^{16}$ collisions par seconde dans un gaz et $10^{20}$ collisions dans un liquide, dont l'effet s'annulera en général; mais il y aura toujours un excès, positif ou négatif, de $10^8$ ou $10^{10}$ collisions, et par conséquent la particule $M$ atteindrait une vitesse de $10-10^3\ \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ dans la direction, positive ou négative, des $X$.

§ 9. Cela prouve que l'objection de Nägeli n'est pas justifiée, mais le résultat final, d'autre part, n'est pas exact. Car: $\alpha$) la valeur absolue du changement de la vitesse $C$ ne sera pas la même pour chaque collision, elle dépendra de la valeur absolue de $C$; $\beta$) la probabilité des collisions retardantes sera plus grande que celle des collisions accélérantes, pour des grandes vitesses $C$. Ces deux facteurs s'opposent à une augmentation illimitée de la vitesse $C$; le résultat final, qu'on peut prévoir immédiatement d'après les principes connus de la théorie cinétique des gaz, est que l'énergie cinétique moyenne du mouvement de translation de $M$ deviendra égale à l'énergie cinétique moyenne des molécules $m$ du liquide. Car l'égalisation de cette valeur est précisément la condition caractéristique, d'après les théorèmes de Maxwell et Boltzmann, de l'équilibre thermique des corps[1]. La même conclusion résulte, d'ailleurs, de ce que les particules $M$ jouent le rôle de molécules (très polyatomiques) d'une substance dissoute dans le milieu, et qu'elles auront la même énergie cinétique par conséquent qu'une molécule d'un gaz à la température du milieu. Donc, on peut calculer la vitesse moyenne $C$ d'après la formule ordinaire de la théorie des gaz:

$$C = c\sqrt{\frac{m}{M}} \tag{3}$$

ce qui pour un diamètre de $M$: $2\,R = 0{\cdot}001$ mm et une densité égale à celle de l'eau, donne $C = 0{\cdot}4\,\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$. Mais, comment réconcilier ce résultat avec les expériences, qui ont donné (§ 2) une valeur de $3{\cdot}1\,.\,10^{-4}\,\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$? Cette contradiction, signalée par M. F. Exner, paraît à première vue un obstacle sérieux à la théorie cinétique. Or, l'explication est très simple. Il serait impossible de suivre le mouvement d'une telle particule, si elle était douée d'une vitesse de $0{\cdot}4\,\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$, ce qui correspond à $2\,\frac{\text{m}}{\text{sec}}$, dans un microscope à grossissement 500.

Ce, que nous voyons, n'est que la position moyenne de la particule, poussée $10^{20}$ fois par seconde, avec cette vitesse, chaque fois

[1]) Voir p. ex. Boltzmann: Gastheorie II p. 102; aussi Jäger: Wiener Sitzgsber. 110 p. 1141 (1901).

dans une direction différente. Son centre décrira un chemin à zigzags capricieux, composé de morceaux droits de longueur beaucoup plus petite même que les dimensions des particules; son déplacement n'est visible que lorsque la somme géométrique de ces morceaux s'élève à une valeur appréciable[1]). En outre, il faut introduire une correction de moindre importance, à savoir: ce n'est pas le mouvement dans l'espace, mais sa projection dans un plan que nous observons. Les vitesses réelles, par conséquent, seront plus grandes en raison de $\frac{4}{\pi}$ (en moyenne) que les vitesses mesurées.

---

## III.

§ 10. Essayons maintenant de pousser plus loin l'analyse d'un tel mouvement en lui donnant une forme qui se prête au traitement mathématique.

D'après ce qui a été dit plus haut, il est évident que la valeur absolue de $C$ oscillera toujours autour de la valeur moyenne, donnée par (3), et ne s'en éloignera que rarement, tandis que la direction du mouvement changera continuellement. On peut donc considérer la vitesse comme approximativement constante, mais sa direction comme variable. Des lois de la collision des corps sphériques on déduit aisément la conclusion que la composante de vitesse, normale à la direction du mouvement primitif $C$, transmise à $M$ par chaque collision, est en moyenne: $\frac{3}{4}\frac{mc}{M}$, c'est-à-dire que la direction du mouvement de $M$ change de l'angle

$$\varepsilon = \frac{3}{4}\frac{mc}{MC} = \frac{3}{4}\frac{C}{c}. \tag{4}$$

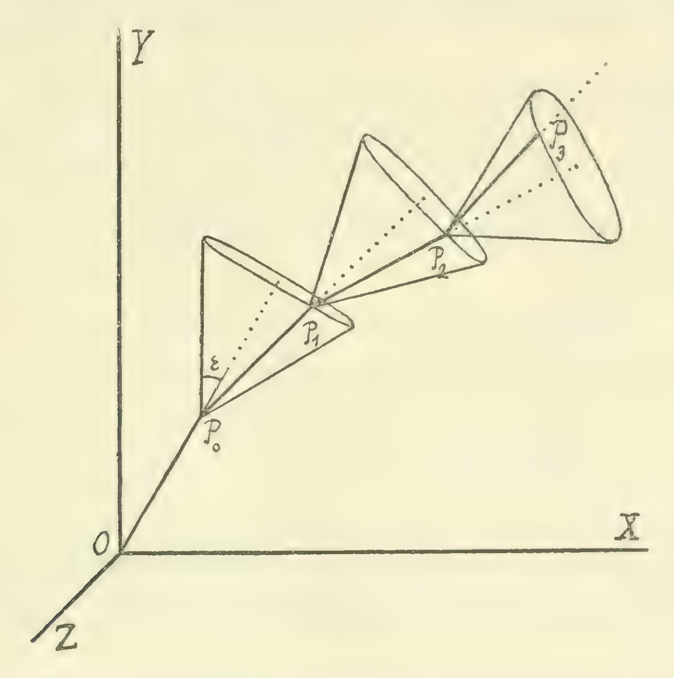
Comme nous supposons $\frac{m}{M}$ très petit, et par conséquent aussi $\frac{C}{c}$ petit, il en résulte que le cas envisagé est opposé à celui des collisions des molécules gazeuses entre elles. Car dans la théorie des gaz, on admet la supposition, inexacte d'ailleurs, que pour le mou-

[1]) M. Exner et M. Wiener eux-mêmes remarquent qu'ils ne pouvaient pas tenir compte des zigzags très petits, mais ils n'apprécient pas l'importance de ce fait.

vement après une collision toutes les directions de l'espace sont également probables tandis qu'ici, au contraire, nous voyons une tendance extrême à maintenir la direction du mouvement primitif (persistance de vitesse)[1]).

Maintenant, il faut distinguer deux cas: 1) le rayon $R$ des particules est petit ou 2) il est grand par rapport au parcours libre $\lambda$ des molécules du milieu.

Nous étudierons d'abord le premier cas qui est plus simple, puisqu'on peut négliger alors la réaction du mouvement de la sphère




$M$ sur la distribution des vitesses des molécules environnantes. Alors leurs collisions avec $M$ seront des événements indépendants, accidentels, et la courbure du chemin de $M$ aura lieu, avec la même probabilité, dans un plan quelconque mené par la direction du mouvement instantané de $M$.

§ 11. Le problème en question se réduit par conséquent, à ce qui suit. Soient $P_0$ $P_1$ $P_2$ .... (voir fig. 1) les points où se trouve

[1]) Smoluchowski, Ce Bulletin 1906 p. 212; Jeans Phil. Mag. 8 p. 670 (1904).

le centre de la particule $M$, aux moments des collisions successives, qui changent, chaque fois, la direction de son mouvement de l'angle $\varepsilon$.

Supposons les longueurs $O P_0$, $P_0 P_1$, $P_1 P_2$.... égales entre elles (c'est ce qu'on peut appeler le vrai parcours libre $l$ du corps $M$) et supposons égales les probabilités du mouvement dans toutes les génératrices du cône $\varepsilon$, formé autour de la direction du mouvement précédent, dans ces points.

Ce que nous cherchons, c'est la valeur moyenne du carré de la distance $\Lambda_n = O P_n$, si la longueur $l$, le nombre $n$ et l'angle $\varepsilon$ sont donnés.

Construisons d'abord une sphère, à rayon égal à l'unité, et de son centre $O$ traçons des droites parallèles à $O P_0$, $P_0 P_1$, $P_1 P_2$, .... qui y auront les points d'intersection $Q_0$, $Q_1$, $Q_2$... Désignons les angles $X O Q_0$, $X O Q_1$,... par $\alpha_0$, $\alpha_1$,... les angles entre les plans $X O Q_0$ et $Q_0 O Q_1$, entre $X O Q_1$ et $Q_1 O Q_2$, etc., par $\varphi_1$, $\varphi_2$...

Il en résulte:

$$\cos \alpha_n = \cos \alpha_{n-1} \cos \varepsilon + \sin \alpha_{n-1} \sin \varepsilon \cos \varphi_n$$

et par un procédé analogue, par rapport aux axes $Y$, $Z$:

$$\cos \beta_n = \cos \beta_{n-1} \cos \varepsilon + \sin \beta_{n-1} \sin \varepsilon \cos \psi_n$$

$$\cos \gamma_n = \cos \gamma_{n-1} \cos \varepsilon + \sin \gamma_{n-1} \sin \varepsilon \cos \chi_n.$$

Remarquons que les angles $\varphi_n$, $\psi_n$, $\chi_n$ ne diffèrent entre eux que par des quantités constantes, lorsqu'on déplace la droite $O Q_n$ sur la surface du cône, construit autour de $O Q_{n-1}$, afin de lui donner toutes les directions de probabilité égale. On aura donc $d\varphi_n = d\psi_n = d\chi_n$.

La même opération nous donne les valeurs également probables de $\alpha_n$, d'où résulte la valeur moyenne:

$$(5) \qquad \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \cos \alpha_n \, d\varphi = \cos \alpha_{n-1} \cos \varepsilon .$$

Revenons à la question proposée. La définition de $\Lambda_n$ donne:

$$\overline{\Lambda_n^2} = \frac{l^2}{(2\pi)^n} \int \{ [\cos \alpha_0 + \cos \alpha_1 + \ldots \cos \alpha_n]^2 + [\cos \beta_0 + \cos \beta_1 \ldots +$$

$$(6) \qquad + \cos \beta_n]^2 + [\cos \gamma_0 + \ldots \cos \gamma_n]^2 \} \, d\varphi_1 \, d\varphi_2 \ldots d\varphi_n .$$

L'intégrale signifie une intégration successive d'après $d\varphi_n$, $d\varphi_{n-1}, \ldots d\varphi_1$ dans les limites $0$ et $2\pi$; désignons la par $I_n$.

En séparant $\cos\alpha_n$, $\cos\beta_n$, $\cos\gamma_n$ du reste des expressions dans les parenthèses, et en y appliquant (5) et les deux autres équations analogues on obtient:

$$I_n = I_{n-1} + 1 + 2\cos\varepsilon \int \{ [\cos\alpha_0 + \ldots \cos\alpha_{n-1}] \cos\alpha_{n-1} + $$
$$+ [\cos\beta_0 + \ldots \cos\beta_{n-1}] \cos\beta_{n-1} + \ldots \} \, d\varphi_1 \ldots d\varphi_{n-1}$$

où l'intégrale, que nous désignerons par $C_{n-1}$, peut être évaluée par un développement successif d'après:

$$C_{n-1} = 1 + \cos\varepsilon \, C_{n-2}.$$

On aura donc la formule:

$$I_n = I_{n-1} + 1 + 2\cos\varepsilon \frac{1 - \cos^n\varepsilon}{1 - \cos\varepsilon} \tag{7}$$

et enfin, le résultat final:

$$I_n = n + \frac{1 + \cos\varepsilon}{1 - \cos\varepsilon} + \frac{1 - 2\cos\varepsilon - \cos^2\varepsilon + 2\cos^{n+2}\varepsilon}{(1 - \cos\varepsilon)^2}. \tag{8}$$

Comme $\varepsilon$ est un angle très petit, on peut mettre $\cos\varepsilon = 1 - \delta$, ce qui donne:

$$I_n = \frac{2n}{\delta} + 1 - n - 2\frac{(1-\delta)^2 - (1-\delta)^{n+2}}{\delta^2}. \tag{9}$$

§ 12. Il faut distinguer, maintenant, les cas suivants:

1) Si $n$ est un nombre grand, mais pas si grand que le produit $n\delta$ puisse être comparable à l'unité, on aura approximativement:

$$I_n = n^2; \text{ ou } \overline{\Lambda}_n = nl; \tag{10}$$

donc la distance $\Lambda_n$ sera égale, tout simplement, à la longueur du chemin. La courbure du chemin est négligeable, on peut le regarder comme droit.

2) Si le nombre $n$ est plus grand, il faut tenir compte d'une correction:

$$\overline{\Lambda} = nl\left(1 - \frac{n\delta}{6}\right). \tag{11}$$

Le raccourcissement de la distance par suite de la courbure entre en compte.

3) Si $n\delta$ est de l'ordre de l'unité, cette expression n'est plus applicable; il faut recourir à la formule (9).

4) Enfin, si le nombre de collisions $n$ est si grand, que $n\delta$ dépasse l'unité de beaucoup (ce qui est une condition remplie dans tous les cas qui se prêtent à l'observation), le résultat se simplifie encore, par suite de: $\lim \cos^n \varepsilon = \lim (1-\delta)^n = \lim e^{-n\delta} = 0,$ et nous aurons le résultat final [1]):

$$\overline{\Lambda} = l\sqrt{\frac{2n}{\delta}}. \tag{12}$$

Donc, la distance ne croît pas en raison du nombre de morceaux composants, mais en raison de sa racine carrée, c'est un résultat analogue à l'équation (2) du § 8 et à la formule (15) du mémoire cité, qui donne les distances moyennes parcourues par les molécules d'un gaz: $\overline{\Lambda}_n = \lambda\sqrt{n}$. En effet, ces deux résultats sont connexes; car supposons que nous définissons la longueur du chemin qui ne peut plus être considéré comme droit ou dont la courbure est prononcée, par la condition $n\delta = 2$, c'est-à-dire qu'on peut imaginer un changement complet de direction, ayant lieu après chaque $n = \frac{2}{\delta}$-ième collision; dans ce cas, en effet, l'application de la formule citée à un chemin composé de $\frac{n\delta}{2}$ morceaux indépendants, dont chacun a la longueur $\frac{2l}{\delta}$, donne un résultat identique à (12). Les particules $M$, par conséquent, se comportent comme des molécules gazeuses, douées d'un chemin libre $\frac{2l}{\delta}$. Cette grandeur peut être appelée p a r c o u r s l i b r e a p p a r e n t.

La substitution de l'expression

$$\delta = \frac{\varepsilon^2}{2} = \frac{9}{32}\left(\frac{mc}{MC}\right)^2 = \frac{9}{32}\frac{m}{M} \tag{13}$$

[1]) Ce que nous avons trouvé n'est pas la distance moyenne, mais la racine du carré moyen de la distance, qui sera plus grande de la distance moyenne en proportion de $\sqrt{\frac{3\pi}{8}} = 1{\cdot}085$, d'après les formules (14) et (15) de mon mémoire dans Bullet. Int. Acad. Cracovie 1906, p. 202. Mais nous pouvons négliger cette différence, car il ne s'agit ici que de l'ordre de ces grandeurs.

dérivée de (3) et de (4), donne:

$$A = l\sqrt{\frac{32}{9}\frac{Mn}{m}} \tag{14}$$

ou, en considérant que la longueur des morceaux composants $l$ est égale à la vitesse $C = c\sqrt{\frac{m}{M}}$, divisée par le nombre de collisions $n$, subies par seconde:

$$A = \frac{4\sqrt{2}}{3}\frac{c}{\sqrt{n}}. \tag{15}$$

Notons, d'abord, le résultat inattendu, d'après lequel le chemin parcouru par $M$ ne dépend pas de la masse de $M$, mais de la nature du milieu environnant et de la fréquence des collisions, qui est liée avec les dimensions de $M$. Une masse plus grande a une moindre vitesse $C$, mais une persistance de vitesse plus considérable, et ces deux effets se contre-balancent.

§ 13. Considérons encore une objection, qu'on pourrait élever contre les suppositions admises dans ce calcul. Nous avons supposé que le corps $M$ conserve toujours la même vitesse $C$, tandis qu'en réalité elle sera variable Cette simplification pourrait entraîner une erreur considérable dans nos résultats, si la vitesse de $M$ diminuait souvent jusqu'à une valeur moindre que $\frac{mc}{M}$, dans l'intervalle qui correspond au mouvement rectiligne; car cela engendrerait, chaque fois, un changement complet de sa direction. On peut estimer la probabilité de cet événement de deux manières: d'après le raisonnement du § 8 ou, ce qui est plus exact, en appliquant la loi de Maxwell $v^2 e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} dv$ aux particules $M$, en vertu de leur analogie avec les molécules gazeuses.

Il en résulte l'extrême improbabilité d'un tel fait, ce qui prouve que notre supposition simplifiante n'entraîne pas d'erreur essentielle.

---

## IV.

§ 14. Essayons maintenant d'analyser le second cas possible, mentionné à la fin du § 10, c'est-à-dire le suivant: les dimensions de la particule $M$ ne peuvent être considérées comme petites par

rapport au parcours libre $\lambda$ des molécules du milieu. Alors les chocs de ces molécules contre $M$ ne seront plus distribués avec la même probabilité dans toutes les directions, puisque les couches voisines de la sphère participeront dans son mouvement, ce qui aura pour effet d'empêcher les changements brusques de la direction du mouvement de $M$ et par conséquent, d'agrandir le chemin $\Lambda$. Malheureusement la méthode exacte du § 11 ne peut être appliquée dans ce cas: mais on peut déduire au moins l'ordre de grandeur de $\Lambda$, par une voie différente, moins exacte, mais très simple.

La particule $M$, lancée dans le milieu avec une vitesse initiale $C$, subirait un ralentissement du mouvement (de la vitesse composante, dans la direction initiale) d'après la formule:

$$V = C e^{-\frac{t}{\tau}} \tag{16}$$

où $\tau$ représente la masse de la particule, divisée par le coefficient de la résistance: $\tau = \frac{M}{S}$. Mais d'après ce qui a été dit au § 9, l'énergie cinétique du centre de la gravité de $M$ ne diminue pas, si $C$ a la valeur qui résulte de (3). La sphère perd sa vitesse primitive, mais en revanche elle acquiert des vitesses normales au mouvement initial, de telle grandeur en moyenne, que la vitesse résultante ne change pas [1]).

Nous pouvons regarder le temps de relaxation $\tau$ comme mesure de la durée du mouvement rectiligne, et le chemin $\tau C = \frac{MC}{S}$ comme mesure du chemin rectiligne. Le mouvement de la particule $M$ peut être assimilé, par conséquent, au mouvement d'une molécule gazeuse, qui s'éloignerait de sa position initiale sur un chemin en zigzag, composé de morceaux droits de la longueur du parcours libre (apparent) $\lambda = \tau C$.

La distance moyenne atteinte, par une telle molécule, est d'après la formule citée p. 590: $\Lambda_n = \lambda \sqrt{n}$, d'où résulte le déplacement, atteint dans une seconde:

[1]) Ceci est en désaccord avec l'opinion d'après laquelle un ralentissement infini de la vitesse $V$ aurait lieu dans un milieu visqueux. En réalité, avec des corps visibles à l'oeil nu, le mouvement calorique subsistant, $C$, sera très petit en comparaison avec des vitesses initiales, mesurables, et on est en droit d'en faire abstraction, s'il s'agit de la mécanique ordinaire.

$$\Lambda = C\sqrt{\tau} = C\sqrt{\frac{M}{S}} = c\sqrt{\frac{m}{S}} \quad (17).$$

Le calcul n'est pas exact, évidemment, puisque nous avons substitué $C\tau$ au lieu de $C\tau\ (1\ \ e^{-1})$; d'autre part, nous avons négligé le déplacement latéral, atteint à la fin du temps $\tau$, et aussi la persistance finale de la vitesse (voir § 10), mais l'ordre de grandeur du résultat sera vraie.

§ 15. Nous en donnerons la preuve en se rapportant au problème précédent des §§ 11—12. Dans ce cas la formule ordinaire de Stokes (23) n'est pas applicable, à cause de la grandeur de $\frac{\lambda}{R}$, et il faut déduire la résistance $S$ par une méthode directe. Elle résulte du nombre de collisions éprouvées par la sphère $M$ [1]):

$$n = NR^2\pi c \quad (18)$$

et de la diminution moyenne de la vitesse composante (dans la direction primitive), produite par chaque collision, qui s'évalue par des méthodes connues, à $\frac{2}{3}\frac{m}{M}C$.

D'où:

$$S = \frac{2\pi}{3}R^2\varrho c = \frac{2}{3}mn \quad (19)$$

donc:

$$\Lambda = c\sqrt{\frac{3}{2n}}. \quad (20)$$

Ce résultat coïncide, en effet, avec l'équation (15), seulement le coefficient numérique est plus petit, ce qui s'explique d'après ce qui a été dit plus haut. Mais on peut établir une identité complète avec le résultat exact, en considérant les valeurs:

$$\tau = \left(\frac{4}{3}\right)^3\frac{M}{S} \quad \text{et} \quad \lambda = \left(\frac{4}{3}\right)^3\frac{MC}{S} \quad (21)$$

comme mesures de la durée et de la longueur du mouvement rectiligne.

§ 16. Abordons maintenant le problème du § 14, en nous appuyant sur la formule ainsi corrigée:

[1]) Voir p. ex. Boltzmann, Gastheorie I p. 65.

$$A = \frac{8}{3\sqrt{3}}\, c \sqrt{\frac{m}{S}}\,. \tag{22}$$

Si les dimensions de la sphère sont petites, par rapport au parcours libre des molécules environnantes, on peut faire usage de la formule de Stokes[1]):

$$S = 6\,\pi\,\mu\,R \tag{23}$$

ce qui donne le déplacement décrit par $M$, dans une seconde, dans ce cas

$$A = \frac{4\sqrt{2}}{9\sqrt{\pi}} \frac{c\sqrt{m}}{\sqrt{\mu R}}\,. \tag{24}$$

Cette formule est presque identique au résultat[2]) trouvé, par des méthodes tout à fait différentes, par M. Einstein. Il n'en diffère que par la valeur du coefficient numérique, qui est plus grand ici en raison de $\sqrt{\frac{32}{27}}$. M. Einstein ne considère pas du tout le cas d'un grand $\frac{\lambda}{R}$, formant l'objet des §§ 11—12, mais sa formule (II p. 378 loc. cit.) $A = c\sqrt{\frac{2m}{S}}$, qui correspond à notre équation (22), peut être adaptée à ce problème, par l'introduction de $S$ de l'équation (19), ce qui donne une relation analogue à (15). Nous n'entrerons pas dans une discussion des deux méthodes, très ingénieuses d'ailleurs, qui ont conduit M. Einstein à cette formule; nous remarquerons seulement qu'elles reposent, toutes les deux, sur des raisonnements indirects[3]) qui donnent lieu à des questions très délicates.

En tout cas, l'accord parfait avec le raisonnement direct, que nous avons employé et qui explique mieux le mécanisme intime du phénomène, doit être considéré comme une confirmation très à

[1]) Voir p. ex. Lamb, Hydrodynamics p. 552 (1906), Kirchhoff, Mechanik p. 000.

[2]) loc. cit. p. 559, p. 379.

[3]) P. ex. l'application des lois de la pression osmotique aux particules suspendues et l'évaluation de leur diffusion dans le milieu, l'application du théorème de Boltzmann (sur la distribution des systèmes mécaniques sujets à des forces potentielles) à la résistance éprouvée par une particule dans le milieu visqueux.

propos des méthodes employées dans les deux recherches. La petite différence du coefficient numérique, qui s'explique par l'emploi des suppositions simplificatrices, n'a pas d'influence sur l'ordre de grandeur, qui seul nous intéresse dans les applications.

---

V.

§ 17. Essayons maintenant d'appliquer les formules (15) et (24) à la détermination *à priori* des mouvements que la particule $M$ décrit, selon la théorie cinétique. Considérons d'abord le cas le plus simple: le milieu est un gaz. Alors l'équation (15), valable pour $\frac{\lambda}{R}$ grand, se transforme, en vertu de (18) et devient:

$$A = \frac{4\sqrt{2}}{3\sqrt{\pi}} \frac{1}{R} \sqrt{\frac{c}{N}} \tag{26}$$

tandis que pour $\frac{\lambda}{R}$ petit, nous avons l'équation (24), qui peut être écrite, par suite de: $\mu = \frac{\lambda N m c}{3}$, sous la forme:

$$A = \frac{4\sqrt{2}}{3\sqrt{3\pi}} \sqrt{\frac{c}{\lambda R N}} = \left(\frac{\sqrt{2}}{3}\right)^{3/2} \sigma \sqrt{\frac{c}{R}} \tag{27}$$

où $\sigma$ signifie le diamètre d'une molécule $m$.

Pour l'air à la pression normale et à la température de zéro, on obtiendrait, en substituant, dans (27), les valeurs:

$$R = \tfrac{1}{2}\, 10^{-4} \text{ cm}, \; N = 4 \cdot 10^{19}, \; c = 48000 \text{ cm}, \; A = 1{\cdot}0 \,.\, 10^{-3} \text{ cm}.$$

Donc la théorie cinétique prouve qu'un phénomène de mouvement moléculaire aura lieu, dans les milieux gazeux, tout à fait analogue au mouvement Brownien que nous observons dans les liquides, mais d'une vitesse beaucoup plus considérable. Cependant, il sera plus difficile, probablement, de le distinguer des mouvements produits par des courants accidentels et par la gravité, que dans les liquides. Dans le cas envisagé, les particules tomberont avec une vitesse

$$u = \frac{2}{9} \frac{R^2 g (\varrho' - \varrho)}{\mu} \tag{28}$$

ce qui est (pour $\varrho' = 1$) $u = 0·003$ cm, c'est-à-dire avec une vitesse trois fois plus grande que $A$. Mais le rapport de ces vitesses dépend de la $2^1/_2$ puissance des dimensions, donc le mouvement Brownien masquera le mouvement d'abaissement pour des particules un peu plus petites.

La question qui s'impose est donc, si l'on n'a pas jusqu'à présent observé ces phénomènes dans les gaz. En effet, j'ai trouvé des remarques dans la littérature qui peuvent être interprétées de cette manière. M. Bodaszewski[1]) décrit des mouvements dansants, exercés par les particules microscopiques de la fumée du salmiac, des fumées produites par les acides, le phosphore etc., et il les compare avec les mouvements Browniens et les interprète comme un mouvement moléculaire. Et des observations semblables ont été faites par M. Lehmann[2]). Il est probable qu'il s'agit ici du phénomène en question, mais on ne peut pas l'affirmer avec certitude, à cause du manque de données expérimentales précises.

Nos formules donnent lieu à quelques conclusions intéressantes, concernant l'influence de la densité du gaz sur ces mouvements. L'équation (24) en exige l'indépendance, dans les limites de sa validité, qui s'étendent dans notre cas jusqu'à la moitié de densité normale, à peu près. Mais pour des pressions plus petites l'équation (26) doit être employée, d'où résulte un accroissement des mouvements en raison de la racine de la raréfaction; ainsi la vitesse sera $0·02 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ pour une pression d'un millimètre.

Mais en même temps la vitesse d'abaissement des particules — constante pour des pressions plus élevées — augmentera plus rapidement encore: en raison de la raréfaction. Car pour $\frac{\lambda}{R}$ grand la formule de Stokes doit être remplacée par une équation qui résulte de (19):

$$u = \frac{2 R \varrho' g}{\varrho c} \tag{29}$$

qui pour la pression de 1 mm, donnerait $u = 1·2 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ [3]).

[1]) Kosmos 7 p. 177 (1882); Beibl. 8 p. 488 (1883); Dingler J. 239 p. 325 (1882).

[2]) Molekularphysik II p. 5.

[3]) Cela explique la rapidité de l'abaissement des poussières dans un gaz raréfié.

Cependant si l'on emploie des particules plus petites encore (p. ex. telles qui correspondent à la limite de visibilité microscopique distincte), les phénomènes définis par les équations (15) et (26) pourront être observés sans difficulté.

§ 18. Dans les liquides, le parcours libre $\lambda$ est si petit, qu'on ne peut observer directement des particules qui corresponderaient à $\frac{\lambda}{R}$ grand, et c'est seulement l'équation (24) qui entre en considération. Il est évident qu'on ne peut attendre *à priori* qu'une vérification de l'ordre de grandeur de $\Lambda$, car notre calcul implique quelques simplifications, et surtout deux suppositions sous-entendues, dont l'importance ne peut être prévue aussi exactement dans le cas des liquides que dans celui des gaz, c'est-à-dire:

$\alpha$) que la particule $M$ peut être regardée comme une sphère rigide, $\beta$) que les forces de capillarité n'entrent pas en compte. Le résultat, toutefois, est plus satisfaisant qu'on ne pouvait l'espérer en considérant ces imperfections de la théorie et aussi l'inexactitude des données expérimentales (surtout voir plus loin (2)).

Le nombre qu'on obtient en substituant dans (24) les nombres $R = \frac{1}{2}\, 10^{-4}$ cm et $\mu = 0{\cdot}010$ (eau de $20^0$), est: $\Lambda = 1{\cdot}3 \,.\, 10^{-4} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$; mais on ne peut le comparer directement avec les résultats des mesures puisqu'il faut tenir compte aussi du degré d'habileté de l'observateur, qui suit les zigzags du chemin parcouru. Imaginons p. ex., qu'on pourrait faire deux séries de clichés cinématographiques, l'une correspondant aux intervalles d'une seconde, l'autre d'un dixième de seconde. Il résulte de (14) que la somme des chemins dérivée de la seconde série, sera $\sqrt{10}$ fois plus grande que celle de la première. Voici, pourquoi peut-être M. F. Exner, qui se servait d'une méthode perfectionnée, a trouvé des nombres environs 2 fois plus grands que M. Wiener.

Je suppose que la limite de l'exactitude de sa méthode est caractérisée par l'exemple exposé tout à l'heure, et qu'on doit diviser ses résultats par $\frac{\pi\sqrt{10}}{4} = 2{\cdot}48$ (voir § 9) pour obtenir le déplacement moyen par seconde. Dans ce cas, il en résulte presque exactement le nombre calculé plus haut. Donc, l'objection principale élevée contre la théorie cinétique: le désaccord prétendu entre les

effets, théorique et expérimental, est réfutée, et nous y avons gagné un argument important en faveur de cette théorie.

Les conclusions suivantes, déduites de (24) se trouvent en accord avec les faits connus:

1) L'indépendance du mouvement de la nature et de la masse des particules suspendues qui n'entrent pas dans nos formules. En effet, il est surprenant que les substances les plus diverses, les petites bulles de gaz et les particules des métaux lourds, soient douées de vitesses du même ordre.

2) L'accroissement de la vitesse avec la diminution des particules.

Elle devrait être proportionnelle à l'inverse de la racine du diamètre, d'après la théorie, tandis que les nombres de M. F. Exner correspondent à la puissance $\frac{1}{4}$, celles de M. Wiener à une puissance beaucoup plus grande. On ne peut pas s'attendre à un accord plus parfait, puisque les dimensions réelles de particules si petites ne sont pas les mêmes que celles de leurs images microscopiques, qui servent de base pour les mesures (M. F. Exner fait la même remarque).

3) L'accroissement de la vitesse avec la température. Le rapport des vitesses à 71° et 20° est 1·6 d'après M. F. Exner, tandis que la formule donne 1·8.

4) Petitesse des mouvements dans les liquides visqueux (§ 2).

Une comparaison plus rigoureuse n'est possible, évidemment, qu'à l'aide de recherches expérimentales beaucoup plus étendues et plus précises, et la théorie nous donne des indications nettes dans quelle voie ces recherches devraient être poussées. Mais dans l'état actuel de nos connaissances nous sommes en droit, sans doute, de regarder le mouvement Brownien comme une preuve évidente de la réalité de nos hypothèses moléculaires et cinétiques.

§ 19. Il nous reste à considérer quelques détails de nos raisonnements.

Nous avons mentionné, au § 7, une autre manière apparemment différente, d'interpréter ces phénomènes, d'après laquelle les particules ne feraient qu'indiquer les mouvements intimes des liquides, qu'on suppose parallèles dans des espaces microscopiques. Or, malgré cette différence apparente, l'explication dont il vient d'être question s'accorde avec l'explication précédente des § 8—§ 18,

si nous lui donnons une forme plus précise. Qu'est-ce que signifie le mot „mouvement du liquide dans un espace élémentaire?" Les molécules s'y meuvent avec des vitesses de l'ordre 5·10⁴ cm, dans toutes les directions de l'espace, mais il y a une quantité commune, déterminée, la vitesse du centre de gravité, et c'est d'après elle que nous pouvons juger „du mouvement du liquide". Or, il est facile de démontrer, que le centre de gravité d'un nombre quelconque de molécules a une telle vitesse, que son énergie cinétique est égale à l'énergie cinétique moyenne d'une molécule. Car, si nous supposons que la masse $m_1$ soit douée de la vitesse $c_1$, la masse $m_2$ de la vitesse $c_2$, dans une direction quelconque par rapport à $c_1$, nous obtenons le résultat, par intégration, que la valeur moyenne de l'énergie cinétique du centre de gravité est égale à:

$$(m_1 + m_2)\frac{C^2}{2} = \frac{c_1{}^2 m_1{}^2 + c_2{}^2 m_2{}^2}{2(m_1 + m_2)}$$

donc en général:

$$(m_1 + m_2 + \ldots m_n)\frac{C^2}{2} = \frac{c_1{}^2 m_1{}^2 + c_2{}^2 m_2{}^2 + \ldots c_n{}^2 m_n{}^2}{2(m_1 + m_2 + \ldots m_n)}$$

et dans notre cas, pour des masses égales entre elles:

$$n\, m\, C^2 = m\, \bar{c}^2\,. \tag{30}$$

Donc, le centre de gravité d'un élément de volume sera animé d'un tel mouvement, comme si cet élément était une molécule, c'est-à-dire avec la vitesse $C$, calculée dans le § 9. — On comprend que cette vitesse ne peut être constatée directement de même que dans le cas du § 9, à cause de la fréquence des changements de direction et de la petitesse des chemins droits parcourus; car chaque collision des molécules de l'élément avec les molécules extérieures environnantes provoquera un changement de sa direction, tandis que les collisions mutuelles des molécules intérieures ne l'affectent pas. Le mouvement qui en résultera sera analogue au mouvement de la sphère rigide, que nous avons considérée auparavant. Il continuera, sans changement, si les molécules en question sont empêchées de se dissiper, par un moyen artificiel, p. ex. une force capillaire. Mais s'il s'agit du mouvement à l'intérieur d'un liquide homogène, il faut remarquer, qu'alors les molécules se dispersent, par suite de diffusion, dans le milieu environnant, et que par con-

séquent, cette définition du mouvement du liquide contenu dans l'élément n'est plus applicable.

Nous n'essayerons pas d'adapter notre définition, d'une manière rigoureuse, à ce cas général, mais il nous suffira de définir provisoirement que ce n'est pas un nombre de molécules données, individuelles, dont nous déterminons le centre de gravité, mais ce sont celles qui se trouvent, dans un moment quelconque, à l'intérieur d'une sphère donnée, décrite autour du centre de gravité. Ce centre éprouvera un mouvement d'après les formules des chapitres précédents.

Cette manière d'interpréter les mouvements de Brown ne diffère donc pas essentiellement de l'autre. Elle a le mérite de mettre en évidence les mouvements à l'intérieur du liquide, mais on préférera l'autre explication, qui est plus simple et s'accorde mieux avec les conditions actuelles du phénomène. L'objection de M. Maltézos s'explique aisément, car le parallélisme du mouvement d'un liquide dans des espaces très petits n'est qu'apparent; c'est un effet de statistique.

§ 20. Si nous réduisons les mouvements Browniens à un phénomène cinétique, nous n'avons plus besoin d'en rechercher la source d'énergie, puisque l'énergie dissipée par la viscosité a son origine dans l'énergie du mouvement calorique. M. Gouy a remarqué qu'il y aurait une contradiction avec le principe de Carnot, si l'on pouvait concentrer les effets mécaniques des mouvements des particules. En effet ce serait une manière de transformer la chaleur en travail mécanique, analogue à beaucoup d'autres, qui ne sont pas praticables, à cause de la grossièreté de nos moyens instrumentaux; mais elle en est plus intéressante dans ce qu'elle ne paraît pas tellement impossible que la chasse aux molécules à l'aide du démon Maxwellien.

Il est intéressant aussi au point de vue théorique, de considérer sous ce rapport les phénomènes qui prendraient naissance au sein d'un liquide, dans un champ électrique ou magnétique

---

## VI.

§ 21. Le résultat du § 14 peut être résumé en disant qu'un corps $M$ plongé dans un gaz ou un liquide est assimilable à une

molécule, douée d'une énergie cinétique égale à celle des molécules du milieu, mais d'un parcours libre apparent très petit. D'après (21) nous avons:

$$\lambda = \left(\frac{4}{3}\right)^3 \frac{MC}{6\pi\mu R} \tag{31}$$

ce qui dans notre cas est de l'ordre $8 \cdot 10^{-8}$ cm.

Cette analogie entraîne aussi l'existence d'une diffusion des particules dans le milieu, par suite des mouvements Browniens, et le coefficient de diffusion résulte de l'équation $D = \frac{c\lambda}{6}$ (voir Smoluchowski, Bullet. Crac. 1906 p. 212):

$$D = \frac{16}{243} \frac{MC^2}{\pi\mu R} = \frac{16}{243} \frac{mc^2}{\pi\mu R}. \tag{32}$$

Dans notre cas nous avons $D = 10^{-9}$.

En effet, M. S. Exner a observé la diffusion de l'émulsion de mastic dans de l'eau pure, et ce phénomène subsiste lorsque les deux liquides sont séparés par du papier à filtrer.

On peut aussi introduire la notion d'une pression osmotique (point de départ des raisonnements de M. Einstein dans son premier mémoire); d'où résulte l'existence d'un abaissement de la pression de vapeur. Donc, une poudre quelconque, mais de finesse suffisante, doit être hygroscopique, en vertu de la petitesse des grains mêmes; dans les suspensions il y aura le phénomène de l'abaissement du point de congélation etc. Ces phénomènes n'ont pas d'importance pratique, en général, à cause de sa petitesse, mais le fait même est intéressant, qu'il n'y a que des différences quantitatives sous ce rapport entre ces suspensions et les solutions ordinaires.

§ 21. Une question liée avec ce sujet est la cause de la stabilité des milieux troubles. D'après la théorie, on peut prévoir deux genres de stabilité. D'abord, les particules $M$ se distribueront, en état d'équilibre sous l'influence de la gravité, d'après la formule ordinaire de la pression atmosphérique.

Leur nombre dans la hauteur $z$ sera [1]):

$$N = N_0 e^{-\alpha z}$$

où:

$$\alpha = \frac{4\pi R^3}{3} \frac{(\varrho' - \varrho) g}{\mu r_0 \theta} = 1{\cdot}68 \,.\, 10^{17} R^3 (\varrho' - \varrho). \tag{33}$$

Plusieurs auteurs ont énoncé des conjectures, plus ou moins précises, que la stabilité des milieux troubles est en relation intime avec les mouvements Browniens (Schultze, Cantoni, Jevons, Spring). Cependant, cette formule prouve qu'une stabilité qu'on pourrait appeler vraie[2]) ne pourrait être observée avec des particules de grandeur microscopique que dans des circonstances exceptionnelles, à cause de la grandeur de $\alpha$, et ce n'est que dans les suspensions à particules beaucoup plus petites (p. ex. des métaux colloïdaux avec $R = 10^{-6}$ cm) que cette stabilité peut jouer un rôle considérable.

Un autre facteur qui pourrait produire une stabilité, apparente au moins, est la déformation de la double couche électrique, répandue sur la surface des particules (Hardy, Thomson). Mais cet effet ne peut être sensible que pour des particules à dimensions plus petites de $10^{-6}$ cm; c'est ce que j'ai démontré dans un autre mémoire (Bull. Crac. 1903 p. 198).

Mais il semble que la viscosité du liquide suffit à expliquer une grande partie des phénomènes observés, en produisant une certaine stabilité apparente[3]).

La formule (28) montre que les particules de mastic ($\varrho = 1{\cdot}0067$), d'un diamètre de $10^{-4}$ cm, s'abaisseraient avec une vitesse de $u = 3{\cdot}5 \,.\, 10^{-6} \dfrac{\text{cm}}{\text{sec}}$, c'est-à-dire de 3 mm par jour; des vitesses beaucoup plus considérables encore, seront effacées sans doute par les courants de convection inévitables, si l'on ne prend pas des précautions spéciales.

La petitesse des particules suffit donc à expliquer qu'on n'observe pas leur abaissement; mais une question beaucoup plus difficile est d'expliquer la cause et le mécanisme de l'agrégation des particules (floculation), observée dans certains cas, qui en produit une sédimentation rapide, mais c'est là un sujet que nous ne discuterons pas dans ce travail.

[1]) Comp. Einstein, loc. cit. p. 376.

[2]) Pourvu que les particules qui s'approchent aux parois n'y adhèrent pas.

[3]) Nous ne prétendons pas à embrasser tous les faits observés.

37\. M. HUGO ZAPAŁOWICZ m. c. **Krytyczny przegląd roślinności Galicyi, część VII.** *(Revue critique de la flore de la Galicie, VII partie).*

L'auteur présente ses recherches sur le reste des Monocotylédones et sur la famille des Conifères et donne un aperçu géograph. botanique de la flore baltique et de la flore pontique.

---

38\. M. L. BRUNER. **Przyczynek do teoryi działania siarkowodoru na sole metali ciężkich.** *(Zur Theorie der $H_2S$-Fällung der Metalle). (Contribution à la théorie de l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels des métaux lourds)* [1]. Mémoire présenté par Ch. Olszewski m. t.

Durch das klassische Werk von Ostwald: „Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie" sind die Lehren der elektrolytischen Dissoziationstheorie und der chemischen Massenwirkung erfolgreich an die Probleme der analytischen Chemie angewandt worden.

Faßt man im Lichte dieser Theorien die für die chemische Praxis so wichtige Fällung der Metalle durch $H_2S$ als reversiblen Vorgang nach dem Schema etwa (für ein zweiwertiges Metallion) verlaufend:

$$Me^{\cdot\cdot} + S'' \rightleftarrows Me\,S\,,$$

so wird, da bei Gegenwart freier Säure, also freier $H^{\cdot}$ Jonen die Konzentration der $S''$ durch das Gleichgewicht:

$$2\,H^{\cdot} + S'' \rightleftarrows H_2S$$

$$[S''] = k_1\,\frac{[H_2S]}{[H^{\cdot}]^2}$$

gegeben wird, auch das resultierende Gleichgewicht für Schwefelmetallfällung durch die Gleichung angezeigt:

[1]) Aus der noch im Gange befindlichen Untersuchung erlaube ich mir hier, einige Hauptpunkte zur Veröffentlichung zu bringen, da an dem im Titel erwähnten Problem auch andererseits gearbeitet wird. S. Bruni und Padoa. Rendic. R. Acc. d. Lincei **14**, 1905 (525—528).

$$k_1 \frac{[H_2 S]}{[H^{\cdot}]^2} . [Me^{\cdot\cdot}] = k_2$$

$$[Me^{\cdot\cdot}] = \frac{k_1}{k_2} \frac{[H^{\cdot}]^2}{[H_2 S]} .$$

Die Konzentration des (zweiwertigen) Metallions in Lösung ist also proportional der zweiten Potenz der $H^{\cdot}$-Konzentration, umgekehrt proportional der $H_2S$-Konzentration und proportional der Konstante $k_2$, die durch das Löslichkeitsprodukt, also die Löslichkeit des betreffenden Sulfids angezeigt wird.

Zur analytischen Schwefelwasserstoffgruppe werden somit die Metalle gehören, die so schwerlösliche Sulfide bilden, daß auch bei $[H^{\cdot}] = \frac{1}{5} - \frac{1}{30}$ norm. und $[H_2 S]$ unter Atmosphärendruck der Bruch $\frac{k_2}{k_1} \frac{[H^{\cdot}]^2}{[H_2 S]}$ so klein ausfällt, daß $[Me^{\cdot\cdot}]$ nicht mehr analytisch in Frage kommt.

Auch ist es auf Grund dieser Theorie leicht einzusehen, daß die Metalle der Schwefelwasserstoffgruppe am Ausfällen entweder durch $[H^{\cdot}]$ Zusatz, oder $[H_2 S]$ Verminderung ($p_{H_2S} < 1$ Atm.) verhindert werden können. Ebenso die Metalle der Schwefelammoniumgruppe können entweder durch $[H^{\cdot}]$ Verminderung oder $[H_2 S]$ Vergrößerung ($p_{H_2S} > 1$ Atm.) zur Schwefelmetallfällung gebracht werden. Dieser letzte Schluß ist eben von G. Bruni und Padoa experimentell verifiziert worden [1])

Die Ostwald'sche Theorie basiert vollkommen auf der Umkehrbarkeit der $H_2S$-Fällung. Nun ist — wie allgemein bekannt — das Verhalten der Nickel- und Kobaltmineralsalze gegen $H_2S$ ein drastisches Beispiel der Nichtumkehrbarkeit, da das Gleichgewicht nur von einer Seite erreicht wird. Suchen wir nach einer Erklärung für dieses Verhalten, so lesen wir in dem erwähntem Buch von Ostwald:

„Vermuten läßt sich einerseits, daß die Sulfide alsbald nach ihrer Fällung eine Umwandlung in eine weniger lösliche Form erleiden, anderseits daß die Sulfide nur in der schwerlöslichen Form existieren, daß aber in den sauren Lösungen besonders hartnäckige Übersättigungserscheinungen in bezug auf das sich bildende Schwefelmetall ihr Wesen treiben. Die letztere Vermutung ist weniger wahrscheinlich [2])...

[1]) Bruni und Padoa l. c.

[2]) Ostwald, l. c. I. Aufl. S. 132.

Die von Ostwald bevorzugte Erklärung scheint doch nicht ganz zwingend zu sein, obgleich die leicht löslichen Modifikationen des Kobalt- und Nickelsulfids von W. Herz[1]) sicher nachgewiesen worden sind. Daraus, daß bei chemischen Vorgängen zuerst die weniger stabile Modifikation gebildet wird, läßt sich nicht folgern, daß dort, wo nichts entsteht, die Entstehung durch das mögliche Vorhandensein labiler Modifikationen verhindert ist. Die Unzulänglichkeit dieser geläufigen Erklärung ersehen wir sofort, wenn wir sie z. B. auf den analogen Fall der Zinksalze anwenden.

Das Zinksulfid existiert auch in mindestens zwei Formen und zwar ist das in alkalischer Lösung gefällte Zinksulfid in Säuren leicht löslich und dazu noch im Gegensatz zu den sehr labilen löslichen Nickel- und Kobaltsulfiden viel besser haltbar. Und dennoch werden doch mineralsaure Zinksalze von $H_2S$ gefällt und zwar direkt zu der viel weniger löslichen Modifikation des Zinksulfids.

In der Absicht, diese besonders interessanten Fälle der $H_2S$-Einwirkung näher kennen zu lernen, habe ich Hrn Kand. St. Glixelli veranlaßt, zuerst Versuche über die Einwirkung des $H_2S$ auf Zinksalze anzustellen. Da die Fällung des Schwefelzinks gewöhnlich als ein geradezu klassisches Beispiel einer umkehrbaren Fällung und zwar mit analytisch günstig gelegener Gleichgewichtslage — indem in saurer Lösung merkliche leicht bestimmbare $Zn^{\cdot\cdot}$-Konzentrationen bestehen können — angegeben wird[2]), so war es zu hoffen, daß das Studium dieser Reaktion eine unentbehrliche Vorstufe für das Eindringen in das Verhalten der Nickel- und Kobaltsalze bilden wird, indem zuerst entschieden sein sollte, inwieweit die theoretischen Folgerungen in diesem Falle Bestätigung finden werden.

Aus den Versuchen, die noch im Gange sind und später an anderem Orte ausführlich veröffentlicht werden sollen, ergab sich zuerst das unerwartete und den geläufigen Ansichten widersprechende Resultat daß die Zinkfällung mit $H_2S$ in saurer Lösung kein reversibler Vorgang ist und zwar, daß die mit $H_2S$ unter Atmosphärendruck gesättigten sauren Zinklösungen, bei denen keine Fällung zu bemerken ist, sich im Zustande eines falschen Gleichgewichts befinden. Es

[1]) W. Herz. Z. anorg. Ch. **27**, 390; **28**, 342.

[2]) Vergleiche hiezu: Ostwald l. c. S. 134. Treadwell, Lehrbuch der analytischen Chemie, III. Aufl., I. Band, S. 130, II. B. S. 110.

mag dahingestellt bleiben, ob dieser Zustand mit einer für unsere Zeitverfügung sehr großen Verminderung der Reaktionsgeschwindigkeit gleichbedeutend ist oder nicht.

Ich entnehme den Versuchsprotokollen einige Daten, die das Gesagte mit voller Klarheit illustrieren:

Versuchsmethode. Die Versuche sind in der Weise angestellt worden, daß Lösungen von angegebenen Konzentrationen des $Zn^{\cdot\cdot}$ und $H^{\cdot}$ in größeren, unten zu einer Kugel ausgeblasenen Eprouvetten mit $H_2S$ im Thermostat behandelt wurden. Es wurde hauptsächlich bei 25° gearbeitet, gelegentlich auch bei Siedehitze. Da es sich um Ermittelung von Reaktiongeschwindigkeiten handelte, so wurde reiner, aus $BaS$ entwickelter $H_2S$ benutzt.

Zuerst wurde die Gleichgewichtslage der Reaktion $ZnSO_4 + H_2S \rightleftarrows ZnS + H_2SO_4$ bei 25° ermittelt. Zu dem Zweck wurden Lösungen von $ZnSO_4$ andauernd mit $H_2S$ gefällt, ebenso wie fertiges $ZnS$ (aus sauren Lösungen gefällt) mit $H_2SO_4$ zusammengebracht und durch die Mischung ein $H_2S$-Strom geleitet. Es ergab sich daraus, daß $^1/_4$ mol. (und darunter) $H_2SO_4$ keine nennenswerten Mengen $ZnS$ löst. Dementsprechend ist $^1/_4$ mol. $ZnSO_4$ (und darunter) total durch $H_2S$ fällbar. (Einwirkungsdauer ca 30 Stunden. Die filtrierten Proben geben mit $(NH_4)HS$ und $NH_4CNS$ (nach Treadwell) keinen Niederschlag).

$^1/_2$ molares $ZnSO_4$ hat nach dreitägiger Einwirkung von $H_2S$ nur noch $^1/_{650}$ Molarität des Zinks erkennen lassen (0·001 Zn in 10 cm³). Durch Einwirkung von $^1/_2$ mol. $H_2SO_4$ auf $ZnS$ bei Gegenwart von $H_2S$ erhielten wir etwas größere und schwankende Zahlen, von denen die niedrigste eine Molarität von $^1/_{320}$ in der resultierenden Lösung ergab.

Die Erscheinung ist erklärlich, wenn man die Formveränderungen des Zinksulfids mit in Betracht zieht. Im Laufe zahlreicher Versuche haben wir stets die Erfahrung gemacht, daß das $ZnS$ mit der Zeit immer schwerer löslich wird. Die auf verschiedenen Wegen und zu verschiedenen Zeiten dargestellten Proben des $ZnS$ zeigen anfangs keine übereinstimmende Löslichkeit, die aber in sämtlichen Proben mit der Zeit abnimmt.

Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktion $ZnSO_4 + H_2S$. Wir haben zahlreiche Messungen der Reaktionsgeschwindigkeit in neutralen und auch von Haus aus an sauren Lösungen ausgeführt. Die einzelnen Versuchsreihen sind schwer reproduzierbar, da es sich hier um Geschwindigkeitsmessung in inhomogenen Systemen handelt, deren feste Phase keine konstante Oberfläche und auch keine konstante Beschaffenheit hat. Als wichtigstes Kennzeichen in dem Verhalten von angesäuerten Zinksalzlösungen ist die mit der Säurekonzentration stets zunehmende Zeitdauer, die verstreicht bis zum Anfang der Niederschlagsbildung. Es seien folgende Protokollzahlen angeführt.

TABELLE I.

$^1/_{16}$ m. $Zn\,SO_4$ . $^1/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz der Lösung nach 1′ 40″ (Mittel aus 4 Bestimmungen). Deutlicher Niederschlag in der Lösung nach 2′ 50″.

$^1/_{16}$ m. $Zn\,SO_4$ . $^2/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz der Lösung nach 6′. Deutlicher Niederschlag (jedoch nur an den Gefäßwänden) nach 12′.

$^1/_{16}$ m. $Zn\,SO_4$ . $^3/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz der Lösung nach 20′.

$^1/_{16}$ m. $Zn\,SO_4$ . $^4/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

nach 40′ keine Opaleszenz. Auch nach mehrstündigem Stehen bildet sich nur ein äußerst geringfügiger Niederschlag, der sich nur an den Glaswänden festsetzt, während die Flüssigkeit vollkommen klar bleibt.

---

$^1/_8$ m. $Zn\,SO_4$ . $^1/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 2′. Niederschlag in der Lösung 5′.

$^1/_8$ m. $Zn\,SO_4$ . $^2/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 12′. Niederschlag nach 20′.

$^1/_8$ m. $Zn\,SO_4$ . $^4/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 17′. Niederschlag (nur an den Gefäßwänden) nach 30′.

---

$^1/_4$ m. $Zn\,SO_4$ . $^2/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 1′ 40″. Niederschlag nach 2′ 20″.

$^1/_4$ m. $Zn\,SO_4$ . $^4/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 13′. Niederschlag nach 23′.

---

$^1/_2$ m. $Zn\,SO_4$ . $^1/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 15″. Deutlicher Niederschl. in der ganz. Lös. nach 40″.

$^1/_2$ m. $Zn\,SO_4$ . $^2/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 50″. Deutlicher Niederschlag nach 1′ 25″.

$^1/_3$ m. $Zn\,SO_4$ . $^4/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 3′ 20″. Niederschlag nach 5′.

$^1/_2$ m. $Zn\,SO_4$ . $^6/_{16}$ m. $H_2\,SO_4$

Opaleszenz nach 12′. Niederschlag (nur an den Wänden) nach 20′.

$^1/_2$ m. $Zn\,SO_4$ . $^1/_2$ m. $H_2\,SO_4$

Sehr schwache Opaleszenz nach einer Stunde.

Die Analyse dieses letzten Versuches ergab:

$^1/_2$ m. $ZnSO_4$ . $^1/_2$ m. $H_2SO_4$

$A = 0·327$ g Zn in 10 $cm^3$

| *t* (Stunden) | *A—x* |
|---|---|
| 2 | 0·333 |
| 3 | 0·333 |
| 5 | 0·330. |

Die kleine Zunahme des Zinktiters ist wohl auf Verdampfung der Lösung während der langen Dauer des Versuches zurückzuführen. Von einer Zinkfällung ist nichts zu bemerken.

Auch nach erfolgter Bildung des Niederschlages ist die Reaktiongeschwindigkeit umso kleiner, je größer die angewandte Säurekonzentration ist.

Die Vergleichung der angeführten Versuche mit den Gleichgewichtsmessungen ergibt sofort, daß die Einwirkung des $H_2S$ auf Zinksalze durch ZnS „katalysiert" sein muß. In der Tat durch Zusatz des fertigen ZnS wird die Reaktionsgeschwindigkeit erhöht und Lösungen von $^1/_2$ mol. $ZnSO_4 + ^1/_2$ mol. $H_2SO_4$, die nicht mehr nachweisbar von $H_2S$ angegriffen werden, werden dann glatt weiter gefällt.

TABELLE II.

$^1/_2$ m. $ZnSO_4$ . $^1/_2$ m. $H_2SO_4$ . 18 g ZnS.

$A = 0·327$ g Zn in 10 $cm^3$ Lösung

| *t* (Stunden) | *A—x* I. Versuchsreihe | *A—x* II. Versuchsreihe (ein anderes Zinksulfid) |
|---|---|---|
| 0·5 | 0·2745 | 0·288 |
| 1·5 | 0·223 | 0·271 |
| 2·5 | 0·188 | 0·244 |
| 3·5 | 0·154 | 0·220 |
| 4·5 | 0·137 | 0·187 |

Ebenso wie ZnS, wirken auch andere Sulfide, z. B. CdS[1]) und auch Kieselsäuregel.

[1]) Vergleiche hiezu die interessanten Angaben von Fresenius über die Trennung des Zn vom Cu und Cd. (Fresenius. Anleitung z. Quant. Chem. Analyse VI. Aufl., I. B., S. 599). Die Wirkung des CdS hängt nicht von den Gleichgewichtsbedingungen ab, da CdS weniger löslich ist, als ZnS, wie dies aus den Versuchen von Schürmann (Lieb. Ann. **249**, 326) über den doppelten Umtausch zwischen Sulfiden und den Neutralsalzen der Schwermetalle zu entnehmen ist.

TABELLE III.

| | |
|---|---|
| $^1/_2$ m. $Zn\,SO_4$ . $^1/_2$ m. $H_2\,SO_4$ . 5·5 g $Cd\,S$ | |
| $A = 0·327$ g Zn in 10 cm³ Lös. | |
| $t$ | $A-x$ |
| 1·0 | 0·3185 |
| 2·0 | 0·300 |
| 3·0 | 0·287. |

Fassen wir die Versuchsergebnisse zusammen, so kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Damit die Zinksulfidfällung zum reversiblen Vorgang wird, ist die Gegenwart des gefällten Zn S notwendig. Die Wirkung des festen Zn S ähnelt jedoch nicht den gewöhnlichen Auslösungserscheinungen, wie sie z. B. bei Beseitigung des Übersättigungszuständen zu beobachten ist, indem die reaktionsbeschleunigende Wirkung mäßig und angenähert proportional der zugesetzten Menge des Zn S ist. Eher konnte vielleicht an eine Oberflächenwirkung gedacht werden, z. B. analog der auslösenden Wirkung der Metallpulver auf Gasreaktionen.
2. Bei der Einwirkung des $H_2S$ auf saure Zinksalzlösungen beobachten wir: 1) eine „Induktionszeit“, bis die Bildung der ersten Keime des Niederschlages erfolgt, und 2) eine Fällungszeit.
3. Die Gegenwart freier $H^{\cdot}$ Jonen übt auf die Zinkfällung zweierlei Wirkung: je größer die $H^{\cdot}$ Konzentration, desto länger ist die Induktionszeit und desto langsamer die Reaktionsgeschwindigkeit. Beide Wirkungen hängen nicht nur von dem Verhältnis der $[H^{\cdot}]$ zu $[Zn^{\cdot\cdot}]$, sondern auch von der absoluten Konzentration der $H^{\cdot}$ Jonen ab.

Daraus ergibt sich der Schluß, daß in den verschiedenen, zum Vorschlag gebrachten analytischen Methoden behufs Trennung des Zinks von anderen Metallen (z. B. von Cadmium, Kupfer, Nickel und Kobalt), das Zink durch Säurezusatz nach Belieben in die Schwefelwasserstoff- oder in die Schwefelammoniumgruppe versetzt werden kann, nicht wegen der Verschiebung der Gleichgewichtslage[1]), sondern durch Veränderung der Induktionsdauer und der Reaktionsgeschwindigkeit.

[1]) Ostwald l. c. S. 134.

Dies kann durch ein einfaches Vorlesungsexperiment illustriert werden. Man bringe fertiges Cd S und Zn S in $^1/_2$ mol. $H_2SO_4$ — auch unter Abschluß von $H_2S$, also bei geringer $H_2S$-Konzentration. Beide Niederschläge lösen sich praktisch nicht auf. Wird jetzt $H_2S$ in Lösungen $^1/_2$ mol. $ZnSO_4$ . $^1/_2$ mol. $H_2SO_4$ und $^1/_2$ mol. $CdSO_4$ . $^1/_2$ mol. $H_2SO_4$ eingeleitet, so fängt Cd S momentan an auszufällen, während die Zn-Lösung längere Zeit (s. oben) klar bleibt.

Kehren wir mit den aus dem Studium der Zinksalze gewonnenen Gesichtspunkten zu dem Falle der Nickel- und Kobaltsalze zurück, so finden wir in der Literatur einige interessante Notizen von einem französischen Analytiker H. Baubigny[1]) deren Ergebnisse mit den Resultaten der Untersuchung der Zinksalze analog sind. Baubigny hat nachgewiesen, daß neutrale Lösungen von $NiCl_2$, $NiSO_4$, $CoSO_4$ nach längerer Einwirkung als Sulfide gefällt werden; saure Lösungen von hinreichender Azidität doch nicht mehr, obwohl auch diese zur Fällung gebracht werden können, wenn man ihnen fertiges Ni S, Co S oder gar Cu S zusetzt. Co-Salze zeigen durchwegs eine größere Reaktionsgeschwindigkeit mit $H_2S$ als die Nickelsalze. Rechnet man, wo möglich, aus den rein praktischen, wenig systematischen Angaben von Baubigny die Induktionszeit, für die von ihm benützten Säure und Salzkonzentrationen, so erhält man

| | | Induktionszeit |
|---|---|---|
| (1) | $^1/_{20}$ mol. $NiSO_4$ . $^1/_{80}$ mol. $H_2SO_4$ | $>$ 20 Stunden |
| (2) | $^1/_{20}$ mol. $NiSO_4$ . $^1/_{20}$ mol. $H_2SO_4$ | $>$ drei Monate |
| (3) | $^1/_{400}$ „ „ $^1/_{400}$ „ „ | $>$ drei Monate. |

Eine Zinklösung, entsprechend der Lösung (2), würde etwa nach 10 Minuten zu Anfang der Fällung gebracht sein. Jedenfalls besteht zwischen den Zink-, Nickel- und Kobaltsalzen nur ein quantitativer Unterschied, indem die Reihenfolge der steigenden Induktionszeiten die folgende ist: Zn, Co, Ni. Da der Unterschied der Induktionszeiten zwischen Zn einerseits, und Co, Ni anderseits sehr groß ist, deshalb ist die Trennung z. B. nach Cl. Zimmermann[2]) möglich und ausführbar.

Damit ein Metall bei praktischer $H_2S$ Fällung ($p_{H_2S} = 1$ Atm.) zu der Schwefelwasserstoffgruppe gehöre, ist es zwar notwendig, aber nicht ausreichend, daß das Löslichkeitsprodukt seines Sulfids

[1]) H. Baubigny. Compt. Rendus **94** passim, **95**, 34, **105**, 751.

[2]) S. Treadwell l. c. II. B., S. 111.

genügend klein sei. Es muß zugleich seine Induktionszeit klein und seine Reaktionsgeschwindigkeit mit $H_2S$ genügend groß sein. Die Berücksichtigung der Geschwindigkeitsverhältnisse ist ebenso unentbehrlich wie die Betrachtung der Gleichgewichtsbedingungen.

Krakau. II. Chem. Univ.-Laboratorium.

---

39. M. ZYGMUNT WEYBERG. **Kryształy klasy bisfenoidu tetragonalnego.** ***(Sur les cristaux de la classe du bisphénoïde tétragonal).*** Mémoire présenté par M. J. Morozewicz m. c.

(Planche XIX).

Gorgeu en 1887 [1]) en fondant le chlorure de calcium avec le kaolin, a obtenu un alumosilicate: $3\,SiO_2 \,.\, 3\,Al_2O_3 \,.\, 6\,CaO \,.\, 2\,CaCl_2$, mais il ne l'a décrit que très superficiellement. J'ai répété l'expérience de cet auteur en utilisant le chlorure et le bromure de calcium, et j'en ai publié les résultats en 1904 [2]), en exposant la description, le mode de préparation et l'analyse du corps de Gorgeu, et en même temps j'ai décrit les corps nouveaux: $5\,.\,SiO_2 \,.\, 8\,Al_2O_3 \,.\, 12\,CaO \,.\, 4\,CaBr_2$ et $SiO_2 \,.\, Al_2O_3 \,.\, 2\,CaO$. Ce dernier corps tétragonal, optiquement monaxial, négatif, a été obtenu alors en état de cristallisation très imparfaite et d'une pureté suspecte. Les analyses ne répondaient qu'approximativement à la formule donnée ci-dessus, et la forme cristallographique ne pouvait être établie que d'une façon générale et approximative, vu la petitesse extrême des cristaux. Néanmoins déjà au cours de ces expériences j'ai pu constater que la forme de ces cristaux rappelait celle d'hémimorphisme, au moins on pouvait le supposer, en observant au microscope ces corpuscules petits, mal conformés et corrodés aux angles. En me souvenant de l'existence d'un unique groupe théorique de symétrie, — celle du bisphénoïde tétragonal qui n'était pas jusqu'ici retrouvé dans la nature — je me suis décidé à poursuivre sans relâche la même expérience, celle de fusion de kaolin dans l'excès de bromure de calcium, en espérant d'aboutir à la découverte des conditions, qui favorisent la formation des cristaux plus purs, plus

[1]) Bull. Soc. Min. Fr. 10 (1887), page 276.
[2]) Centralblatt für Min. 1904, Nr. 23, page 729.

grands et parfaits de ce corps, ce qui me permettrait d'accomplir des recherches chimiques et cristallographiques plus précises.

Les manipulations n'étaient pas faciles (malgré leur facilité apparente), vu que je ne disposais point d'une température constante et que j'étais forcé de me servir du gaz d'éclairage de la ville, soumis aux très fortes et diverses variations de pression.

J'ai fait les expériences en question d'après la méthode pratiquée et décrite par Morozewicz[1]), en la modifiant dans les petits détails, comme l'usage du bec de Teclu, muni au bout d'une petite grille, d'après Muencke.

Le bromure de calcium, fondu avant l'expérience, puis broyé avec du kaolin à chaud et ensuite chauffé dans un creuset en platine à la température de l'incandescence rouge, se présente sous la forme d'une masse pâteuse, boursouflée par un dégagement abondant de l'acide bromhydrique et des vapeurs d'eau. Peu à peu cette masse devient moins épaisse de sorte qu'elle peut être remuée par un fil de platine, mais au fur et à mesure que le bromure de calcium se décompose, sa densité s'accroît de nouveau. Après un certain temps l'alliage refroidi et traité par l'eau distillée, montre — excepté une quantité considérable de bromure de calcium, d'hydrate de calcium et de bromoxyde de calcium — dans le précipité une quantité assez importante de cristaux tétraédriques, qui ne sont autre chose, qu'un alumosilicate de calcium, contenant un haloïde, puis une quantité minime des cristaux tétragonaux — qui font l'objet de cette note — et enfin un amas considérable des produits cristallisés, très difficiles à définir, qui se présentent de préférence sous deux formes: des cristaux aciculaires et des lamelliformes.

Les quantités relatives de tous ces produits varient sous la dépendance de la température, de la durée de l'expérience et de la proportion des corps employés; néanmoins, même dans des conditions les plus favorables, la quantité de cristaux tétragonaux est la plus petite.

En les traitant avec précautions infinies, par de l'eau et de l'acide nitrique dilué ($1\%_0$—$2\%_0$), en les débourbant, en les tamisant, on aboutit à ce que les produits en question, séchés sur du papier à filtrer, peuvent être ensuite séparés à l'aide des liquides denses. Pour cette dernière manipulation la poudre trop fine est inutilisable,

[1]) T. Min. Petr. Mit. XVIII, page 135.

de sorte qu'on est forcé à n'employer que des particules relativement volumineuses. Alors il n'y a rien d'étonnant, qu'après avoir obtenu — au bout des plusieurs expériences — une portion des cristaux tétragonaux dans un état satisfaisant, j'étais obligé de répéter cette expérience (40 g de $CaBr_2$ et 4 g de kaolin) 50 fois, afin de me procurer 0·8 g de corps d'une composition $2\,CaO \,.\, Al_2O_3 \,.\, SiO_2$.

L'analyse chimique a donné les résultats suivants:

| | | a | b | c |
|---|---|---|---|---|
| 1. | $SiO_2$ | 22·15 | 3667 | 1·01 |
| | $Al_2O_3$ | 37·05 | 3625 | 1·00 |
| | $CaO$ | 40·76 | 7278 | 2·00 |
| | | 99·96 | | |
| 2. | $SiO_2$ | 21·99 | 3640 | 1 |
| | $Al_2O_3$ | 37·23 | 3640 | 1 |
| | $CaO$ | 40·78 | 7280 | 2 |
| | | 100 | | |

*a*. Composition par rapport à 100.

*b* i *c*. Quantités et proportions moléculaires.

1. Résultats de l'analyse.

2. Calculs d'après la formule: $SiO_2 \,.\, Al_2O_3 \,.\, 2\,CaO$.

Cet alumosilicate se décompose lentement dans l'acide chlorhydrique chauffé ou l'acide azotique fumant dilué à $^1/_2$, et donne alors une solution transparente, qui se transforme en coagulum gélatineux de silicium après avoir été concentrée au bain-marie.

Les cristaux en question se présentent sous la forme d'une combinaison d'un prisme, d'un plan basal et parfois d'un bisphénoïde. Ils atteignent 0·6 mm de longueur à la face du prisme et 0·4 mm à l'arète de la base. Le plus souvent ils sont allongés dans la direction de l'axe *c*; en outre, on rencontre des plaques basopinacoïdales simples, ou doubles, comme on le voit sur les figures 2, 3 et 5 de notre tableau.

Que ces cristaux appartiennent au système tétragonal, nous le prouve leur forme, très facilement reconnaissable dans les diverses positions qu'ils prennent après l'inclusion dans le baume de Canada, l'extinction simple de la lumière sur les surfaces du prisme, ainsi que leur mono-axialité optique parfaite, reconnaissable dans un cône des rayons polarisés sur les plaques basopinacoïdales simples et doubles. L'absence absolue des pyramides et la présence exclusive des

surfaces 111 dans un complexe du bisphénoïde — nous amène à éliminer les classes d'une symétrie quadruple (fig. 4 et 7). Alors il ne nous reste que la classe du scalénoèdre tétragonal et du bisphénoïde tétragonal. Les figures de corrosion ont tranché la question en faveur de ce dernier.

La symétrie du scalénoèdre tétragonal serait exprimée par la monosymétrie des faces prismatiques, ou encore par la présence dans celles-ci d'un point de rotation du second degré, tandis que nous voyons ici les faces prismatiques disposées asymétriquement (à comparer nos figures 6—12).

Une analyse détaillée des figures de corrosion sur les surfaces de la base et du prisme des cristaux de $SiO_2 . Al_2 O_3 . 2 CaO$ nous démontre d'une façon indubitable, qu'elles présentent un ensemble d'une symétrie composée.

Notre fig. 1 représente une figure de corrosion due à l'action de l'acide chlorhydrique sur la surface basale. Sur plusieurs plaques basopinacoïdales simples, en haussant ou en abaissant le tube du microscope, on pouvait constater, que ces figures sont tournées sur 001 et $00\overline{1}$ de 90°. Il m'était impossible de prendre une microphotographie, représentant cette disposition singulière sur les deux surfaces, car la mise au point n'était que trop difficile, de sorte que nous n'ayons pu rien voir. Néanmoins j'ai trouvé un cas, qui pouvait être photographié de profil, comme nous le montre notre fig. 4. Ici nous voyons un cristal en projection sur une surface, et qui présente la combinaison d'un prisme, d'une base et d'un sphénoïde. Sur les surfaces 001 et $00\overline{1}$, juste vis-à-vis l'une de l'autre, se sont disposées deux figures de corrosion, dont l'une longitudinalement, et l'autre transversalement; en haut elle fait un angle obtus avec la projection de la surface 001 et en bas — un angle aigu. La partie gauche de la fig. 4 n'est que la projection photographique dans la lumière convergente, tandis que celle de droite — dans la lumière aux rayons parallèles.

Fig. 2 et 3 ($AzHO_3$ sur 001) montrent le centre de rotation double de la surface apicale.

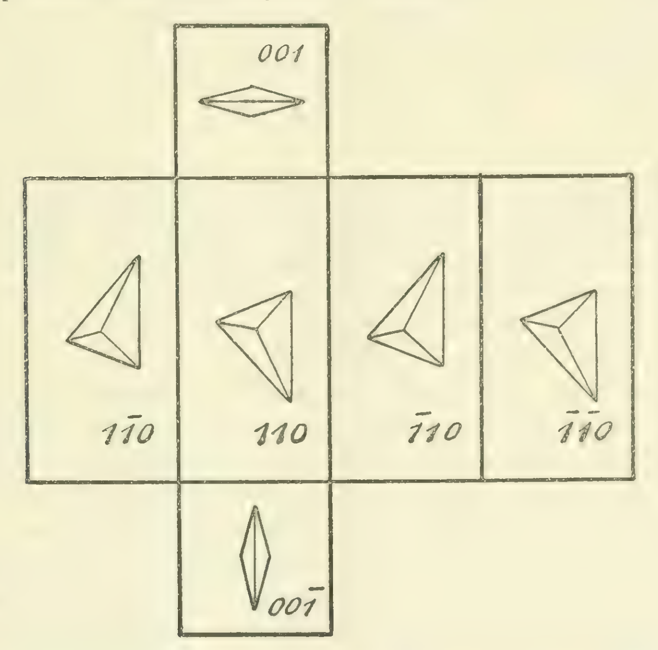
Fig. 5 ($AzHO_3$) paraît représenter $C_4$ sur 001, mais vu les fig. 1, 2, 3, 4 nous concluons, qu'ici deux sphénoïdes se sont combinés d'une manière accidentelle. En se rappelant la fig. 3 nous voyons ici encore une preuve de l'absence des surfaces de symétrie basale.

Fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 nous prouvent l'asymétrie du prisme,

et d'autre part, par l'inconstance de leur orientation, elles justifient l'inconstance des figures sur 001. J'obtenais ces figures en mettant une goutte d'acide sur la poudre humide; alors il est à supposer que l'inégalité de concentration a joué ici un rôle principal.

Sur le fig. 10 nous voyons les figures de corrosion sur le prisme d'avant et de côté. Surtout le profil de la figure gauche antérieure, comparé avec celui de la figure précédente, nous prouve l'existence de la symétrie composée. De même les fig. 11 et 12. Les parties gauche et droite de ces figures représentent deux faces prismatiques adjacentes d'un même cristal. Sur la fig. 11 les deux moitiés sont photographiées à un même grossissement, et sur la fig. 12 — la moitié gauche est agrandie 625 fois et la droite, comme sur la fig. 11, c'est-à-dire 200 fois.

Ainsi donc la symétrie des cristaux de $Si\,O_2 \,.\, Al_2\,O_3 \,.\, 2\,Ca\,O$ peut être représentée dans le diagramme suivant:




Les divers auteurs, par des voies différentes de raisonnement, ont démontré la possibilité de l'existence de 32 genres de symétrie cristallographique. En 1897 M. le prof. Georges Wulff[1]) a pro-

[1]) Z. f. Kryst. XXVII, page 556.

posé une méthode — la plus simple à mon avis — de la déduction des classes cristallographiques, en partant seulement de la conception du plan de symétrie. La classe dont il s'agit ici résulte de la combinaison de trois surfaces de réflexion, disposées en un triangle sphérique aux angles 90°, 90°, 45°, liées entre elles par la condition de l'action commune et donnant chaque quatrième réflexion réelle. L'auteur cité a désigné cette classe par un symbole: S (2″ 2″ 4″).

---

Mes recherches furent exécutées au Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Varsovie, dont M. G. Wulff est le directeur et où je suis le conservateur. Je tiens à remercier ici vivement mon très honoré chef, M. le prof. G. Wulff, pour la bienveillance qu'il accorde toujours à mes recherches, de même que pour les conseils de cet éminent cristallographe qui m'ont aidé beaucoup dans les considérations qui font l'objet de la présente note.

Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Varsovie.

---

40. Mme GABRIELLE BALICKA-IWANOWSKA. **Przyczynek do poznania fizyologicznej roli kwasu fosforowego w żywieniu się roślin.** ***(Contribution à l'étude du rôle physiologique de l'acide phosphorique dans la nutrition des plantes).*** Mémoire présenté par M. E. Godlewski m. t.

(Planche XX).

Le phospore en sa qualité de substance indispensable à la vie des plantes s'y trouve, comme l'on sait, en quantité relativement considérable. Cette indispensabilité du phospore nous est compréhensible, car cet élément entre dans la composition de certains composés organiques qui sont de première importance pour la vie des plantes. Au nombre de ces composés il faut mentionner en premier lieu les nucléo-protéides, qui constituent un composé intégral de noyaux cellulaires, les nucléo-albumines fournissant la matière de réserve la plus ordinaire des composés albuminoïdes, qui s'accumulent dans les graines, et enfin les composés glycérophosphoriques qui entrent dans la constitution de la lécithine et semblent jouer un rôle important dans les propriétés osmotiques du protoplasma. Outre ces composés organiques contenant du phosphore, de

l'importance desquels on ne peut douter, il se trouve dans les plantes encore de l'acide phosphorique combiné à certains composés organiques et formant avec eux des composés solubles. Ici appartient avant tout un certain composé soluble de l'acide phosphorique, trouvé dans les graines par Palladin et ensuite par Schulze et Winterstein, et qui fournit l'inosite sous l'action de l'acide chlorhydrique. Ce composé est sans aucun doute le même corps, qui fut ensuite isolé à l'état pur des diverses graines par Posternak et défini par lui comme l'acide anhydro-oxy-méthyléno-diphosphorique. Outre ces composés organiques du phosphore on trouve encore dans les plantes une plus ou moins grande quantité de phosphates purement minéraux, dont la distribution dans les divers organes et tissus végétaux fut décrite d'une manière détaillée par Schimper[1]) à la suite de ses recherches microchimiques.

Ces phosphates minéraux doivent-ils fournir aux plantes du phosphore pour former des composés organiques mentionnés ci-dessus ou bien jouent-ils, outre cela, dans la vie des plantes encore un autre rôle, nous n'en savons jusqu'à présent rien de précis.

Dans les graines, l'acide phosphorique apparaît surtout sous la forme de composés organiques que nous avons énumérés, les phosphates minéraux se trouvent en petite quantité ou même font complètement défaut (Schulze et Castoro[2])). Pourtant déjà durant la germination des jeunes plantules, élevées dans l'eau distillée, apparaît l'acide phosphorique minéral, comme l'a démontré pour la première fois Schimper, en employant la méthode microchimique. A ce qu'il paraît, cet acide phosphorique provient ici des composés organiques auxquels il était combiné dans la graine. On serait tenté de supposer que le but de cette dissociation est de faciliter l'extension de l'acide phosphorique au sein de la jeune plantule et de servir ainsi pour la formation de la nucléine, nécessaire à l'édification des noyaux cellulaires qui s'y multiplient constamment.

Si la chose se passe effectivement ainsi, pendant le développement subséquent, en tant que ce dernier s'effectue sans l'afflux de l'extérieur de nouvelles quantités des phosphates, l'acide phosphorique minéral susmentionné, provenant des composés organiques dans la première période de la germination, devrait de nouveau se trans-

[1]) Schimper. Flora 1890.

[2]) Schulze et Castoro. Hoppe-Seylers Zeit. phys. Chem. Bd. XLI. Heft 5.

former en composés nucléaires et par cela même sa quantité devrait diminuer ou même disparaître complètement. Cependant déjà les expériences d'Iwanoff[1]) et de Zaleski[2]) ont démontré qu'il n'en est point ainsi, au moins en tant que le développement des plantules s'effectue dans l'obscurité. Notamment Iwanoff dans les expériences avec *Vicia sativa* a trouvé que pour 100 parties de l'acide phosphorique total il se trouve:

| dans les semences | dans les plantes étiolées | | | |
|---|---|---|---|---|
| | de 5 jours | de 10 jours | de 20 jours | de 27 jours |
| 11·4% | 48·1% | 81·6% | 80·2% | 93·7% |

par conséquent, plus longtemps dure le développement des plantes, d'autant plus grande est la quantité de l'acide phosphorique qui se sépare à l'état minéral des composés organiques primitifs, d'où il ressort, que l'acide phosphorique, une fois séparé des composés organiques, ne se transforme plus en ces mêmes composés.

Mais les expériences d'Iwanoff ont été exécutées dans l'obscurité, on peut donc supposer, que les composés organiques ne se sont pas reconstitués à nouveau aux dépens de l'acide phosphorique minéralisé, parce que les composés organiques ont fait défaut. A l'appui de cette supposition on peut invoquer l'analogie avec la régénération des matières albuminoïdes aux dépens de l'asparagine, qui se forme dans les jeunes plantules pendant la germination.

Comme l'on sait, cette régénération s'effectue seulement, lorsque la plante se développe à la lumière, tandis que dans l'obscurité, à défaut de composés organiques nécessaires, cette régénération n'a point lieu. Quelque chose d'analogue pourrait aussi se passer dans le cas de la régénération des composés organiques aux dépens de l'acide phosphorique, séparé pendant la germination de ces derniers. Pour élucider ce problème il était indiqué de faire l'expérience avec les plantes élevées à la lumière, en leur fournissant tous les éléments nutritifs, excepté l'acide phosphorique, afin que ces plantes, en se développant dans les conditions aussi avantageuses que possible et en formant par voie d'assimilation une nouvelle matière organi-

[1]) Iwanoff. Ueber die Phosphorverwandl. bei der Keimung der Samen von Vicia Sativa. Journal für exper. Landv. 1902. Heft I.

[2]) Zaleski. Beitr. zur Verwandl. des Eiweissphosph. in den pflanz. Berichte der Deutsch. Bot. Gesel. Bd. XX. 1902.

que, puissent utiliser pleinement l'acide phosphorique qui s'était séparé des composés organiques pendant la germination.

C'est justement ces expériences que j'ai exécuté en premier lieu avec les pois et ensuite avec l'orge.

### Méthode.

Les graines du pois, préalablement stérilisées avec du sublimé (1 pour 500), après leur gonflement furent semées dans des vases remplis de sable. Le sable fut lavé à l'acide chlorhydrique, pour lui enlever tous les composés minéraux, et ensuite rincé minutieusement avec de l'eau ordinaire. Chaque vase contenait à peu près la même quantité de sable et la même quantité d'eau distillée avec un liquide nutritif normal, mais privé de phosphore. Dans chaque vase furent plantées 15 graines, d'un poids strictement déterminé. Les plantes développées ont été récoltées dans un temps déterminé, nettoyées et lavées et ensuite séchées dans une étuve à 60°—80°, puis coupées finement. Les matériaux ainsi préparés et déterminés quant au poids des plantes fraîches et sèches, furent utilisés pour les analyses. En prenant pour base la méthode employée par Iwanoff et Zaleski, j'ai déterminé en premier lieu, dans les matériaux obtenus de chaque récolte, l'acide phosphorique de la lécithine, au moyen d'extraction de la substance, séchée auparavant à la température ne dépassant pas 100°, d'abord avec de l'éther, ensuite avec de l'alcool. Pour chaque analyse j'employais approximativement 5 gr. de substance; l'extraction au moyen de l'éther durait 24 heures, au moyen de l'alcool 2 heures, mais après la première heure on jetait l'alcool employé et l'on versait du nouveau. Pour se garer contre les pertes qui pourraient survenir pendant qu'on versait l'éther et l'alcool, le liquide extrait fut recueilli dans une cornue ajustée à l'appareil de Soxleth, au lieu du flacon employé ordinairement; de cette cornue on distillait premièrement l'éther, ensuite l'alcool, et après leur évaporation jusqu'à sec, le résidu contenant la lécithine fut brûlé avec de l'acide sulfurique, addition faite de l'acide azotique, et dans le résidu on déterminait l'acide phosphorique. La substance qui restait après l'extraction, après une dessication préalable dans une température ne dépassant pas 90°, fut placée dans une cornue, infusée avec 15 c. c. d'acide acétique à 1% et maintenue dans un bain-marie pendant une demi-heure à une température de 80°. Quand le liquide devenait froid, on le

filtrait. Dans 50 cc. du liquide filtré, on déterminait immédiatement l'acide phosphorique minéral, en le précipitant par le molybdate d'ammonium. La seconde portion de 50 cc. fut brûlée avec l'acide sulfurique, addition faite vers la fin de l'acide azotique fumant pour activer la réaction; cette portion servait pour déterminer la quantité totale de l'acide phosphorique des composés solubles dans l'acide acétique. Le résidu resté sur le filtre était brûlé ensemble avec ce dernier, ainsi que le reste du liquide, et servait, soustraction faite de l'acide phosphorique qui se trouvait dans le liquide, pour la détermination de l'acide phosphorique des composés nucléo-protéiques insolubles dans l'acide acétique. La détermination quantitative de l'acide phosphorique a eu lieu selon la méthode de Riegler[1]) très appropriée à ce genre d'expériences, vu qu'elle permet d'employer une petite quantité de substance, ce qui est très commode pour le procédé avec les vases.

Nous obtenons donc: 1) la détermination de l'acide phosphorique de la lécithine. 2) la détermination de l'acide phosphorique des composés nucléo-protéiques précipités par l'acide acétique et insolubles dans cet acide, 3) la détermination immédiate, sans carbonisation, de l'acide phosphorique total soluble dans le liquide, après la carbonisation des matières organiques qu'il contenait. La différence entre l'acide phosphorique minéral et l'acide phosphorique total, soluble dans le liquide, présentait la quantité de l'acide phosphorique organique soluble. Cet acide phosphorique organique répond sans doute à l'acide anhydro-méthyléno-diphosphorique, mentionné plus haut, qui fut séparé et étudié par Posternak.

Pendant la durée de mes recherches Schulze et Castoro[2]) ont employé une autre méthode pour déterminer l'acide phosphorique minéral, considérant que selon Hart et Andrews la méthode molybdénique employée jusqu'à présent donnait des résultats trop forts parce que l'acide azotique du molybdate d'ammonium sépare l'acide phosphorique minéral de ses combinaisons avec les matières organiques.

La méthode de Schulze et de Castoro consiste en ce que l'on précipite l'acide phosphorique minéral de l'extrait végétal acide

[1]) Zeitschrift für analytische Chemie. Bd. 41. 1902. S. 674.

[2]) Schulze und Castoro. Findet man in pfl. und keimpf. anorg, phosphale. Hoppe-Seylers Zeit. phys. Chem. Bd. XLI. Heft 5.

au moyen du chlorure de chaux et de l'ammoniaque, on recueille le résidu du phosphate de chaux amassé sur le filtre, on le lave et dissout dans du citrate d'ammonium et précipite au moyen de la mixture magnésienne. Le côté faible de cette méthode, comme le relève Schulze lui-même, consiste en ce que s'il y a dans l'extrait des sels de magnésium, une partie de l'acide phosphorique peut être précipitée immédiatement sous forme de phosphate ammono-magnésique, qui ne se dissout pas ensuite dans le citrate d'ammonium, en vertu de quoi cette méthode donnera dans ce cas des résultats trop faibles. Malgré ce défaut de la méthode Schulze-Castoro, je m'en suis servi, en commençant par la V-e expérience, considérant que les objections de Hart et d'Andrews contre la méthode molybdénique allaient si loin, que ces auteurs ont nié non seulement la présence de l'acide phosphorique minéral dans les graines des plantes, mais aussi sa séparation des composés organiques pendant la germination, en rapportant les observations faites jusqu'à présent à ce sujet à la séparation de l'acide phosphorique de ses composés organiques pendant son chauffage avec l'acide azotique du réactif molybdénique [1]).

J'ai calculé tous les résultats de mes analyses sur le nombre des plantes élevées de 100 grammes de la substance sèche des graines employées pour l'expérience.

[1]) Le travail présent était déjà complètement achevé, quand j'ai eu l'occasion de prendre connaissance de la publication plus étendue d'Iwanoff: „Sur les transformations du phosphore dans les plantes". S. Pb. 1905. L'auteur réfute dans ce travail les objections d'Andrews et de Hart contre sa méthode, en démontrant les défauts des procédés de ces auteurs et cite des expériences qui prouvent que le chauffage des extraits végétaux, dépourvus d'albumine, même avec des quantités considérables d'acide azotique n'entraîne point la séparation de l'acide phosphorique minéral de ses composés organiques. Cependant ces expériences ne me paraissent pas probantes, car dans les extraits chauffés avec de l'acide azotique l'auteur trouvait, pendant la précipitation par le molybdate d'ammonium, non pas les mêmes quantités d'acide phosphorique, mais des quantités plus petites que dans les extraits traités d'une manière immédiate par ce réactif. Cette circonstance prouve, que dans le premier cas la précipitation n'était pas complète, à cause de la quantité trop grande de l'acide azotique dans le liquide, et pour cette raison cette expérience ne peut être considérée comme concluante.

### Expériences I, II, III.

Aux mois de juin et de juillet 1904 des pois furent plantés dans trois séries de vases remplis de sable contenant tous les composés nutritifs excepté l'acide phosphorique. Les plantes furent récoltées et analysées en intervalles déterminés. La première analyse fut faite au bout de quinze jours après l'ensemencement, la dernière récolte — au bout de 55 jours, quand les plantes commençaient déjà à jaunir et à dépérir.

Expérience I. Juin.

| | Ac. phosph. nucléo-prot. gr. | Ac. phosph. phyt. gr. | Ac. phosph. minéral gr. | Ac. phosph. lécith. gr. | Ac. phosph. total gr. | Poids sec. gr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences . . . . . | 0·5603 | 0·2301 | 0·1355 | 0·1455 | 1·07 | 100 |
| 35 jours . . . . . | 0·2684 | 0·1398 | 0·5422 | 0·0894 | 1·00 | 110·5 |
| 40 jours . . . . . | 0·2409 | 0·0619 | 0·6198 | 0·0859 | 1·00 | 114·04 |
| 50 jours . . . . . | 0·2001 | 0·0612 | 0·6287 | 0·0874 | 0·97 | 124·99 |

Experience II. Juin.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences . . . . . | 0·5603 | 0·2301 | 0·1355 | 0·1455 | 1·07 | 100 |
| 20 jours . . . . . | 0·2763 | 0·0459 | 0·6079 | 0·0957 | 1·02 | 86·14 |
| 25 jours . . . . . | 0·2678 | 0·0506 | 0·6597 | 0·0809 | 1·15 | 103·8 |
| 30 jours . . . . . | 0·2099 | 0·0649 | 0·7731 | 0·1339 | 1·08 | 111·62 |
| 35 jours . . . . . | 0·2498 | 0·0709 | 0·7126 | 0·1130 | 1·14 | 137·50 |
| 40 jours . . . . . | 0·2532 | 0·0667 | 0·6738 | 0·0963 | 1·09 | 312·77 |

Expérience III. Juillet.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences . . . . . | 0·5603 | 0·2301 | 0·1355 | 0·1455 | 1·07 | 100 |
| 15 jours . . . . . | 0·1519 | 0·1247 | 0·6659 | 0·1331 | 1·07 | 78·39 |
| 25 jours . . . . . | 0·2230 | 0·0587 | 0·7142 | 0·1148 | 1·11 | 101·02 |
| 35 jours . . . . . | 0·2112 | 0·0812 | 0·6159 | 0·0948 | 1·00 | 133·37 |
| 55 jours . . . . . | 0·2339 | 0·1494 | 0·6606 | 0·0726 | 1·11 | 203·58 |
| 55 jours . . . . . | 0·2449 | 0·1454 | 0·6094 | 0·1279 | 1·12 | 204·64 |

Comme l'indiquent les nombres mis ci-contre en évidence, il ressort de ces expériences que les plantes déterminent une décomposition très accentuée des composés organiques de phosphore et

qu'il s'en détache de l'acide phosphorique minéral. Cependant durant cette période de 55 jours on n'observe aucune régénération des composés organiques de l'acide phosphorique. Ce dernier une fois détaché de ces composés garde sa forme minérale.

Il importe de signaler que l'absence complète de régénération des composés phosphoriques organiques est tout à fait indépendante de l'assimilation plus ou moins forte, car cette régénération n'a pas eu lieu, même dans le cas où le poids sec des plantes se doublait, comme par exemple dans la récolte de 55 jours. Le fait que l'acide phosphorique minéral, une fois détaché des composés organiques, ne fut plus employé à nouveau par les plantes, ne serait-ce que pour la formation de la nucléine, mais se conserve à l'état minéral, permet de faire la supposition que le rôle des phosphates ne se limite pas seulement à ce qu'ils servent aux plantes en guise de matière pour la formation à leurs dépens des composés organiques nécessaires contenant du phosphore, mais que ces phosphates doivent servir aux plantes dans une plus grande mesure encore pour d'autres processus vitaux.

A. Wróblewski[1]) attribue aux phosphates le rôle d'un régulateur du degré de la réaction acide ou alcaline dans la cellule. Il observa notamment dans ses recherches sur la fermentation provoquée par le suc des levures, que l'addition des phosphates à ce suc paralyse l'influence nuisible qu'exercent les petites quantités d'acides ou d'alcalis sur la fermentation produite par ces levures. „Les phosphates, en tant que corps d'une réaction facile, s'unissent plus aisément aux bases ou aux acides présents dans la cellule et de cette manière peuvent la prémunir, ainsi que ses fonctions vitales, contre les influences nuisibles qui pourraient apparaître éventuellement sous l'action d'acides ou d'alcalis". Les résultats ci-dessus énoncés, tout en confirmant l'importance des phosphates minéraux pour les plantes semblent parler peut-être indirectement en faveur des supposition de Wróblewski.

Si l'acide phosphorique minéral après s'être détaché pendant la germination des composés organiques, n'est plus utilisé par la plante pour une nouvelle production des composés organiques de phosphore, il est certain que ces composés vont se former, quand la plante

[1]) A. Wróblewski. „O soku wycisniętym z drożdży". Kraków nakł. Akad. Umiejętn. 1901 r. (str. 25).

aura reçu de l'extérieur une quantité suffisante de phosphates; il nous faut seulement poser la question, où, quand et dans quel ordre se forment ces composés organiques de phosphore. Quelques opinions à ce sujet furent énoncées par Posternak[1]). Cet auteur considère comme premier produit de l'assimilation des phosphates dans la plante l'acide anhydro-oxy-méthyléno-diphosphorique, isolé par lui de différentes graines, et qu'il appelle en abrégé *phytine*. Cette phytine se forme, selon Posternak, dans les feuilles à la suite d'une fusion de l'aldéhyde formique, provenant de l'assimilation de l'acide carbonique, au moment de sa formation, avec l'acide phosphorique. Cette fusion est accompagnée d'une certaine déshydratation. La phytine qui se forme de cette manière s'unit bientôt aux matières albuminoïdes et se dirige avec elles vers les organes, servant de réceptacle des matières de réserve, donc, entre autres, vers les graines, d'où justement Posternak l'a extraite la première fois à l'état pur. Cependant à l'appui de cette manière de voir Posternak ne cite aucune preuve concluante, qui parlerait au moins en faveur de ce que sa phytine se forme en effet la première dans la plante parmis les divers composés phosphoro-organiques. Voilà pourquoi les expériences décrites ci-dessous ont été destinées à constater quels sont les composés organiques de phosphore et avec quelle rapidité ils se forment dans la plante privée d'acide phosphorique, quand on l'a arrosée avec une solution de phosphates ou quand on l'a soumise à une culture aqueuse, en la plaçant dans le liquide nutritif de phosphore.

Une partie de ces expériences fut exécutée avec les pois dans des cultures de sable, une autre partie avec de l'orge dans des cultures privé privé aqueuses.

### Expériences IV et V.

Pour ces expériences on a planté les pois dans du sable lavé au liquide nutritif dépourvu de phosphore, de la même manière que dans les expériences précédentes. Après un certain laps de temps, quand les plantes trahissaient déjà un épuisement de l'acide phosphorique et commençaient à jaunir, on récolta les plantes de plusieurs vases et l'on procéda à l'analyse. Les autres vases rece-

[1]) Posternak. Contr. à l'étude chim. de l'assimilat. chlorophyl. Rev. génér. de Bot. T. XII, 1900, et Compt. rend. de l'Ac. de Sc. T. CXXXVII. T. CXL. 1905.

vaient du phosphore à l'éxception de ceux, qui devaient servir pour les analyses comparatives. Ensuite dans des intervalles de plusieurs jours on analysa les plantes provenant des vases privés de phosphore, ainsi que de ceux qui l'ont reçu. Ces récoltes étaient exécutées tous les trois, les cinq et les huit jours.

Les expériences de ce genre ont été faites au nombre de deux et leur résultats sons mis en évidence dans les tables des expériences IV et V.

Expérience IV.

| | | Ac. phosph. nucléo-prot. gr. | Ac. phosph. phyt. gr. | Ac. phosph. minéral gr. | Ac. phosph. lécith. gr. | Ac phosph. total gr. | Poids sec. gr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences . . . . . | | 0·5603 | 0·2301 | 0·1355 | 0·1455 | 1·07 | 100 |
| Plantes imméd avant. arros. avec du liq. nutr. (avec $P_2O_5$) | | 0·2360 | 0·1041 | 0·6435 | 0·1226 | 1·106 | 84·566 |
| Sans phosph. | 3 jours aprés arros. | 0·3352 | 0·0740 | 0 5005 | 0 0886 | 0 996 | 90 242 |
| Avec phosph. | | 0·4010 | 0 1653 | 0·9948 | — | 1·561 | 102·05 |
| Avec phosph. | | 0·4299 | 0·2866 | 0·7004 | 0·1155 | 1·532 | 87·285 |
| Sans phosph. | 5 jours aprés arros. | 0·2231 | 0·1674 | 0·5583 | 0·1022 | 1·046 | 92·66 |
| Avec phosph. | | 0·3641 | 0·1253 | 1·3371 | 1·1552 | 1·981 | 101·05 |
| Sans phosph. | 8 jours aprés arros. | 0·3297 | 0·1409 | 0·4228 | 0·0904 | 0·983 | 94·308 |
| Avec phosph. | | 0·3244 | 0·1231 | 1·2358 | 0·1494 | 1·832 | 97·184 |
| Avec phosph. | | 0·3396 | 0·1710 | 1·5217 | 0·1555 | 2·187 | 102 99 |

Expérience V.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sans phosph. | 3 jours aprés arros. | 0·3500 | 0·1029 | 0·5765 | 0·1479 | 1·177 | 238·59 |
| Avec phosph. | | 0 3629 | 0·2564 | 3·2945 | 0·2485 | 4·162 | 234 66 |
| Sans phosph. | 8 jours aprés arros. | 0 2750 | 0·0986 | 0·5917 | 0·1267 | 1 092 | 249 24 |
| Avec phosph. | | 0·7353 | 0·2464 | 2·9392 | 0·3616 | 4·282 | 269·88 |

Les résultats numériques mis en évidence permettent de constater que les plantes pourvues de substance nutritive au phosphore ont montré naturellement avant tout une augmentation de la quantité d'acide phosphorique minéral, ensuite un certain surcroît de phosphore des composés nucléo-protéiques et de la lécithine. L'ex, périence IV a eu lieu pendant les mois de septembre et d'octobre c'est-à-dire dans un temps où l'assimilation s'est effectuée très faiblement, car l'accroissement du poids sec fut très faible; de même

dans cette expérience la transformation de l'acide phosphorique en composés organiques est relativement insignifiante. Par contre, l'expérience V, exécutée au mois de juin, présente des résultats plus marqués, vu le grand accroissement du poids sec, de même et d'une manière encore plus frappante quant, à la transformation des phosphates. Dans l'analyse pour laquelle furent employées les plantes laissées durant huit jours avec du liquide nutritif contenant du phosphore, on remarque un grand accroissement du phosphore des composés nucléo-protéiques et du phosphore de lécithine, de même que de l'acide phosphorique organique. Cependant toutes les analyses de ces deux expériences ne permettent pas de déterminer lequel des composés organiques contenant du phosphore se forme le premier dans la plante.

### Expériences VI, VII et VIII.

Les graines d'orge stérilisées dans de l'eau bromée et pesées auparavant furent semées dans des appareils de Schönjahne, employés ordinairement pour la germination, et dans des vases couverts avec du papier noir fut versé le liquide nutritif sans phosphore. Sur les grains on étale une couche de sable, lavé avec de l'acide chlorhydrique et ensuite avec de l'eau. Après la germination, les plantes grandissaient pendant 21 jours et après ce temps commençaient à jaunir. Alors un certain nombre d'appareils fut laissé avec le liquide nutritif privé de phosphore, aux autres on ajouta le liquide nutritif complet. Au bout d'un ou de deux jours, après avoir bien lavé les racines dans de l'eau distillée, les plantes furent transportées du liquide nutritif au phosphore dans le liquide nutritif privé de phosphore, en outre un certain nombre de plantes fut analysé immédiatement. Ensuite on récoltait les plantes dans des intervalles de quelques jours et on les analysait en même temps; en guise de comparaison on récoltait des cultures sans phosphore. Ce procédé avait pour but d'examiner de plus près les transformations que subit une quantité déterminée d'acide phosphorique absorbé de l'extérieur par la plante, quand tout nouvel afflux en est suspendu. On voulait se rendre compte avec quelle rapidité et jusqu'à quelle limite cette transformation s'opère et lesquels des composés organiques de phosphore se forment les premiers. Les résultats des analyses sont présentés dans les tables des expériences VI, VII et VIII.

## Expérience VI.

| | Ac. phosph. nucléo-prot. gr. | Ac. phosph. phyt. gr. | Ac. phosph. minéral gr. | Ac. phosph. lécith. gr. | Ac. phosph. total gr. | Poids sec. gr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences . . . . . | 0·4154 | 0·4177 | 0·1392 | 0·0394 | 1·011 | 100 |
| Plantes imméd. avant leur mise dans le liquide nutritif avec $P_2O_5$ | 0·1897 | 0·1593 | 0·5235 | 0·1391 | 1·011 | 127·615 |
| Maintenues dans le liquide nutr. 1 jour | 0·1585 | 0·1498 | 1·9803 | 0·1840 | 2·472 | 137·932 |
| Transportées de nouveau dans le liq. nutrit. et y maintenues 4 jours | 0·5172 | 0·2873 | 2·2520 | 0·2471 | 3·301 | 183·796 |
| Transportées de nouveau dans le liq. nutritif et y maintenues 8 jours | 0·5890 | 0·4440 (?) | 1·7535 | 0·3714 | 3·158 | 254·529 |
| | 0·3972 | 0·2602 | 2·2051 | 0·3880 | 3·250 | 258·717 |

## Expérience VII.

| | Ac. phosph. nucléo-prot. gr. | Ac. phosph. phyt. gr. | Ac. phosph. minéral gr. | Ac. phosph. lécith. gr. | Ac. phosph. total gr. | Poids sec. gr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences . . . . . | 0·4154 | 0·4177 | 0·1392 | 0·0394 | 1·011 | 100 |
| Plantes imméd. avant leur mise dans le liquide nutritif. avec $P_2O_5$ | 0·1707 | 0·1202 | 0·5411 | 0·1202 | 0·952 | 161·363 |
| Maintenues dans le liq. nutr. avec $P_2O_5$ 1 jour | 0·6109 | 0·2208 | 2·9044 | 0·1644 | 3·900 | 162·596 |
| Transportées de nouveau dans le liq. sans $P_2O_5$ et y maintenues 2 jours | 0·9016 | 0·2997 | 3·5221 | 0·1464 | 4·869 | 180·340 |
| Transportées de nouveau dans le liq. sans $P_2O_5$ et y maint. 4 jours | 0·7640 | 0·2808 | 3·0276 | 0·1689 | 4·2413 | 159·395 |

## Expérience VIII.

| | Ac. phosph. nucléo-prot. gr. | Ac. phosph. phyt. gr. | Ac. phosph. minéral gr. | Ac. phosph. lécith. gr. | Ac. phosph. total gr. | Poids sec. gr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences . . . . . | 0·4154 | 0·4177 | 0·1392 | 0·0394 | 1·011 | 100 |
| Plantes immédiat. avant leur mise dans le liquide nutrit. avec $P_2O_5$ | 0·2024 | 0·0776 | 0·5507 | 0·0941 | 0·924 | 91·041 |
| Plantes maintenues 2 jours dans liq. nutr. avec $P_2O_5$ | 0·5436 | 0·2575 | 1·3377 | 0·1120 | 2·250 | 103·116 |
| 2 jours dans le liquide nutr. avec $P_2O_5$, 2 jours dans le liq. sans $P_2O_5$ | 0·4562 | 0·1296 | 1·3111 | 0·1320 | 2·028 | 111·371 |
| Analyse simultanée des plantes maintenues constamment dans le liq. sans $P_2O_5$ | 0·2225 | 0·0046 | 0·5535 | 0·1253 | 0·907 | 114·138 |
| 2 jours dans le liquide nutr. avec $P_2O_5$, 4 jours sans $P_2O_5$ | 0·3616 | 0·0172 | 1·2287 | 0·1365 | 1·744 | 114·984 |
| Analyse simultanée des plantes maintenues constamment dans le liq. nutr. sans $P_2O_5$ | 0·1540 | 0·1640 | 0·5666 | 0·1192 | 1·003 | 141·900 |
| 2 jours dans le liquide nutr. avec $P_2O_5$, 8 jours sans $P_2O_5$ | 0·2574 | 0·1603 | 1·5154 | 0·1408 | 2·074 | 150·17 |

Les résultats mis ci-dessus en évidence démontrent avant tout que les plantes affamées du phospore l'absorbent du liquide nutritif phosphorique avec une grande avidité et avec une grande prom-

ptitude. Un séjour des racines pendant 24 heures dans ce liquide, dans l'expérience VI, démontre que la quantité totale de l'acide phosphorique fut doublée, dans l'expérience VII elle est même quadruple. Dans l'expérience VIII l'absorption de l'acide phosphorique fut plus lente, car sa quantité au bout de deux jours augmenta seulement un peu plus de deux fois. Evidemment il faut rapporter ce fait à l'influence d'une température plus basse au cours de l'expérience, exécutée au mois d'octobre.

La transformation partielle des phosphates, absorbés par la plante, en composés phosphoro-organiques commence très tôt. Dans les expériences VII et VIII la transformation la plus accentuée a eu lieu déjà pendant le séjour des plantes dans le liquide nutritif renfermant du phosphore, donc au cours de 24 heures (exp. VII), respectivement de 48 heures (exp. VIII), depuis que la plante a reçu les nouveaux phosphates de l'extérieur. Ce n'est que dans l'expérience VI que pendant la première journée la transformation des phosphates n'avait presque pas eu lieu et elle arriva seulement plus tard. Pour déterminer jusqu'à quelle limite atteint la transformation des phosphates absorbés, les expériences VI et VII se prêtent mal, à cause de ce fait que même après le transfert des plantes dans le liquide nutritif sans phosphore, l'absorption des phosphates a eu lieu, car les nombres ci-dessus mis en évidence démontrent un accroissement de la quantité totale de l'acide phosphorique. Vu que les racines des plantes, après avoir été otées du liquide nutritif renfermant du phosphore furent lavées avec soin, ce fait ne saurait être expliqué autrement que par la circonstance, qu'on n'avait pas pris suffisamment garde à ce que le sable employé pour recouvrir les graines ne soit pas trempé dans le liquide nutritif avec du phosphore. Il suffisait certainement d'une petite quantité de ce liquide absorbé par le sable, pour qu'il fournisse ensuite aux plantes de nouvelles quantités de phosphore, vu la particularité, bien des fois notée chez les plantes, de profiter même des moindres quantités de phosphore qu'elles trouvent dans leur entourage. Malgré cette circonstance peu propice, on peut constater pourtant que quoique dans l'expérience VII la transformation principale se soit opérée déjà dans la première journée du séjour des plantes dans le liquide nutritif avec du phosphore, cependant les phosphates absorbés durant cette journée par les plantes ont subi encore partiellement une transformation pendant les deux, voire même quatre jours sui-

vants après qu'elles furent transportées dans le liquide nutritif sans phosphore. Il est aisé de se convaincre qu'il en fut ainsi en calculant la quantité de l'acide phosphorique organique qui revient pour 100 parties de l'acide phosphorique total.

| Nous trouverons alors: dans les plantes ayant séjourné: | dans les comp. organiques: | |
|---|---|---|
| 1 journée ds. le liquide phosph. | 25·6 | 74·4 |
| 1 journée ds. le liquide phosph., 2 jours ds. le liquide sans phosph. | 27·7 | 72·3 |
| 1 journée ds. le liquide phosph., 4 jours ds. le liquide sans phosph. | 28·6 | 71·4 |

Ainsi pendant le séjour dans le liquide nutritif sans phosphore, pour la même quantité de l'acide phosphorique total, il se trouvait encore un certain accroissement constant, quoique peu marqué, de l'acide phosphorique dans les composés organiques, à côté d'une diminution des phosphates minéraux; donc le processus de transformation durait encore toujours. L'expérience VIII exécutée au mois d'octobre fournit un résultat différent, mais très intéressant. Ici l'absorption de l'acide phosphorique était, comme nous l'avons vu, un peu plus lente, mais sa transformation au cours des deux jours, pendant lesquels les racines des plantes ont séjourné dans le liquide nutritif au phosphore, fut si énergique, que malgré la quantité de l'acide phosphorique doublée en ce temps, le rapport de l'acide phosphorique des composés organiques avec l'acide phosphorique minéral ne subit aucun changement. Pour 100 parties de l'acide phosphorique total dans les plantes soumises au jeûne il y avait 41·1 % d'acide phosphorique organique et 59·6 % d'acide phosph. minéral et dans les plantes maintenues ensuite pendant 2 jours dans le liquide nutritif au phosphore 41·6 % d'acide phosphorique organique et 59·4 % d'acide phosph. minéral. Vu que dans cette expérience on avait pris garde à ce que le sable n'absorbe pas du liquide nutritif au phosphore, par conséquent après le transfert des plantes dans le liquide nutritif sans phosphore, où elles ont séjourné pendant plusieurs jours, on n'a constaté aucun accroissement de la quantité de l'acide phosphorique total. Cette expérience par conséquent se prête mieux que les deux précédentes à l'étude des transformations que subissent dans les plantes les phosphates pris du liquide nutritif. Or, un seul coup d'oeil jeté sur les

nombres de l'expérience VIII suffit pour constater, que non seulement les phosphates absorbés durant les deux premiers jours du liquide nutritif (s'ils n'ont pas subi de transformation pendant ce temps) ne se transforment plus ensuite quand les plantes ont séjourné dans le liquide nutritif sans phosphore, mais que par contre une certaine partie de composés phosphoriques organiques formés pendant ces deux jours a subi de nouveau une décomposition et qu'il y a eu un détachement de l'acide phosphorique minéral de ces composés organiques, précisément de la même manière que pendant la période de la germination des graines. Effectivement nous voyons que pour 100 parties de l'acide phosphorique total il y avait:

| Dans les plantes qui ont séjourné: | l'acide phosph. des composés org. | l'acide phosph. minéral |
|---|---|---|
| 2 jours dans le liq. nutr. phosph. | 41·6 | 59·4 |
| 2 jours dans le liq. nutr. phosph., 2 j. ds. le liq. nutr. sans phosph. | 35·4 | 64·6 |
| 2 jours dans le liq. nutr. phosph., 4 j. ds. le liq. nutr. sans phosph. | 29·6 | 70·4 |
| 2 jours dans le liq. nutr. phosph., 8 j. ds. le liq. nutr. sans phosph. | 27 | 73 |

Quant à la question lequel des composés organiques contenant du phosphore se forme le premier dans la plante aux dépens des phosphates absorbés du dehors, dans ces expériences avec l'orge nous ne trouvons aucune réponse non plus, car partout apparaît presque simultanément une augmentation des combinaisons de l'acide phosphorique avec les matières albuminoïdes, avec celle de l'acide phosphorique organique et de la lécithine.

### Expérience IX.

Attendu que dans les expériences décrites plus haut on n'a pas réussi d'obtenir des indications sur la justesse de l'opinion de Posternak au sujet du rôle de l'acide phosphorique organique (appélé par Posternak *phytine*) en tant que premier produit de la transformation des phosphates absorbés par les racines en composés phosphoriques organiques, on a tâché d'obtenir ces indications dans une autre voie. La méthode que nous avons choisi maintenant consistait en ce que l'on étudiait à certains intervalles de temps, durant tout le développement des plantes qui a lieu aux champs dans

des conditions tout à fait normales, la marche de l'absorption de l'acide phosphorique, ainsi que sa transformation dans les plantes en divers composés phosphoriques organiques. Comme matériaux d'études on a employé de nouveau de l'orge, qui fut semé dans le champ d'expériences de l'Institut Agricole et qui a reçu une portion modérée d'engrais complet.

Les plantes, une fois enlevées de la terre, furent coupées près de la racine, qui n'a pas été analysée. Après les avoir lavées et comptées, on procédait à la détermination de leur poids en état frais et ensuite elles furent séchées et coupées finement. La première récolte a eu lieu au bout de quatre semaines après l'ensemencement, la seconde—quinze jours plus tard, les autres enfin tous les huit jours. Toute la période de la végétation durait depuis le 11 mai jusqu'au mois d'août. Pour les trois premières analyses on a employé les plantes entières sauf les racines, pour les suivantes—on détachait les épines des tiges et on les analysait séparément, en calculant ensuite combien d'épines revenait pour 100 plantes. Comme dans ce cas on disposait d'une grande quantité de matériaux d'étude on employait séparément pour la détermination de l'acide phosphorique minéral des portions de 10 à 20 gr. et on les analysait sans extraction préalable par l'éther. Pour vérifier les résultats, la quantité totale de phosphore fut déterminée de même pour chaque récolte par portions séparées. Les tables numériques furent calculées séparément pour 100 plantes et pour 100 parties du phosphore total.

Voir table IX, pag. 632–633.

Dans l'analyse des plantes de quatre semaines nous voyons que, quoique la quantité totale d'acide phosphorique, en comparaison avec celui qui se trouve dans les graines, eût augmenté 6 fois, cependant sa transformation en composés organiques fut très insignifiante. De tous les composés phosphoriques organiques on en trouva ici bien peu en plus, qu'il n'y en avait dans les graines, ce qui prouve que pendant les premières quatre semaines de la végétation, malgré l'absorption libre de l'acide phosphorique tiré du sol, à peu près une même quantité de cet acide fut transformé en composés organiques, que celle qui s'était séparée de ces composés au cours de la germination.

Dans la cinquième et la sixième semaine de la végétation la transformation de l'acide phosphorique était beaucoup plus notable. C'était

## Expérience IX.

### Différentes formes de $P_2O_5$ dans 100 plantes.

| Age des plantes | Ac. phosph. nucléo-prot. gr. | Ac. phosph. phyt. gr. | Ac. phosph. minéral gr. | Ac. phosph. lécith. gr. | Ac. phosph. total gr. | Poids sec. gr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences | 0·0206 | 0·0269 | 0·0021 | 0 0024 | 0·0520 | 5 gr. |
| IV-e semaine | 0·0241 | 0·0274 | 0 2262 | 0·0252 | 0·3029 | 24·007 |
| VI-e semaine | 0·0465 | 0·1978 | 0·9155 | 0·1163 | 1·2761 | 174·04 |
| VII-e semaine | 0·0710 | 0·2445 | 0·8401 | 0 0513 | 1·2069 | 171·631 |
| VIII-e semaine | 0·0880 | 0 2118 | 1·0112 | 0·1067 | 1·4177 | 237·86 |
| | T. 0·0442 / E. 0·0438 | T. 0·1546 / E. 0 0572 | T. 0·7730 / E. 0·2382 | T. 0 0751 / E. 0 0316 | T. 1·0469 / E. 0·3708 | |
| IX-e semaine | 0 4129 | 0·3488 | 0·9387 | 0·1457 | 1·8461 | 310·64 |
| | T. 0 1528 / E. 0·2670 | T. 0·2593 / E. 0·0918 | T. 0·5141 / E. 0·4353 | T. 0·0833 / E. 0·0640 | T. 1·0695 / E. 0·8586 | |
| X-e semaine | 0·7212 | 0·4023 | 0·6583 | 0·1340 | 1·9158 | 264·27 |
| | T. 0·1334 / E. 0·5678 | T. 0·1589 / E. 0·2434 | T. 0·3212 / E. 0·3371 | T. 0·0723 / E. 0 0617 | T. 0·6858 / E. 1·2300 | |
| XI-e semaine | 0 6358 | 0·5046 | 0·7102 | 0·1528 | 2·0034 | 341·50 |
| | T. 0·0941 / E. 0·5417 | T. 0·1350 / E. 0 3696 | T. 0·3154 / E. 0·3951 | T. 0·0859 / E. 0·0669 | T. 0·6301 / E. 1·3733 | |
| XII-e semaine | 0·5656 | 0·6264 | 0·6542 | 0·1231 | 1·9693 | 309·88 |
| | T. 0·1007 / E. 0·4649 | T. 0 2763 / E. 0·3502 | T. 0·2799 / E. 0·3743 | T. 0·0597 / E. 0·0634 | T. 0·7165 / E. 1·2528 | |

Pour 100 parties de $P_2O_5$ total.

| Age des plantes | Ac. phosph. nucléo-prot. % | | Ac. phosph. phyt. % | | Ac. phosph. minéral % | | Ac. phosph. lécith. % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Semences | 39·6 | | 51·7 | | 4·0 | | 4·6 | |
| IV-e semaine | 7·86 | | 9·045 | | 74·67 | | 8·26 | |
| VI-e semaine | 3·646 | | 15·51 | | 71·79 | | 9·12 | |
| VII-e semaine | 5·882 | | 20·257 | | 69·61 | | 4·25 | |
| VIII-e semaine | 6·206 | | 14·938 | | 71·32 | | 7·526 | |
| | T. | E. | T. | E. | T. | E. | T. | E. |
| | 4·246 | 11·812 | 14·443 | 15·424 | 74·200 | 64·240 | 7·209 | 8·522 |
| IX-e semaine | 22·366 | | 18·893 | | 50·847 | | 7·892 | |
| | T. | E. | T. | E. | T. | E. | T. | E. |
| | 15·136 | 31·090 | 25·685 | 10·698 | 50·926 | 50·753 | 8·254 | 7·458 |
| X-e semaine | 37·644 | | 20·990 | | 34·361 | | 6·994 | |
| | T. | E. | T. | E. | T. | E. | T. | E. |
| | 19·451 | 47·788 | 23·170 | 19·788 | 46·835 | 27·406 | 10·542 | 5·016 |
| XI-e semaine | 31·736 | | 25·187 | | 35·446 | | 7·627 | |
| | T. | E. | T. | E. | T. | E. | T. | E. |
| | 14·932 | 39·445 | 21·425 | 26·913 | 50·007 | 28·770 | 13·622 | 4·871 |
| XII-e semaine | 28·720 | | 31·808 | | 33·219 | | 6·250 | |
| | T. | E. | T. | E. | T. | E. | T. | E. |
| | 14·054 | 37·109 | 38·548 | 27·953 | 39·064 | 29·877 | 8·332 | 5·060 |

la période du développement le plus actif des plantes, de l'assimilation la plus forte et de l'absorption la plus rapide de l'acide phosphorique. Au cours de ces deux semaines les plantes absorbèrent du sol presque autant d'acide phosphorique que pendant tout le reste de leur développement. De pair avec l'absorption des phos-

phates s'était effectuée déjà dans une certaine mesure leur transformation en composés organiques. Cette transformation consistait, durant cette période, principalement dans la formation de l'acide phosphorique organique (phytine), dont la quantité était en ce moment sept fois plus grande que dans les plantes de quatre semaines.

A un degré bien moins considérable s'unissait, durant cette période, l'acide phosphorique avec les composés albuminoïdes, car sa quantité sous cette forme n'était pas même deux fois aussi grande que dans les plantes de quatre semaines. Ces rapports parleraient, jusqu'à une certaine mesure, en faveur de l'hypothèse de Posternak que sa phytine serait effectivement le premier produit de la transformation des phosphates minéraux et que peut-être sa formation est pendant cette période dans une certaine relation avec le processus d'assimilation.

Pendant la septième semaine survint une certaine interruption dans le développement des plantes, certainement à cause de l'abaissement de la température; néanmoins la transformation des phosphates avança encore un peu, surtout il s'était formé un peu plus des composés nucléo-protéiques.

Pendant la huitième semaine quand les plantes avaient déjà épié, malgré une forte assimilation, la transformation de l'acide phosphorique a très peu avancé. Ce n'est qu'au cours de la neuvième semaine, c'est-à-dire depuis que les plantes ont défleuri, que commence une transformation très active des phosphates minéraux en composés organiques. Cette transformation devient alors si énergique que malgré l'accroissement de la quantité totale d'acide phosphorique par suite de son absorption du sol encore de 30%, la quantité de l'acide phosphorique minéral, qui relativement à la quantité totale de l'acide se maintenait jusque-là fixement à une hauteur de 70%, tombe à présent au bout d'une semaine jusqu'à 50% et pendant la suivante, c'est-à-dire dans la dixième semaine, jusqu'à 34% et se maintient à ce niveau jusqu'à la fin.

Cette transformation particulièrement énergique des phosphates pendant la période qui suit immédiatement la défleuraison, c'est-à-dire dans la période de la formation des graines, repose partiellement sur l'accroissement subséquent de l'acide phosphorique organique, mais bien plus encore sur son union avec les matières albuminoïdes, c'est-à-dire sur la formation des composés nucléo-protéiques.

Pendant les deux dernières semaines de la végétation, donc pen-

dant la maturation finale des graines, l'acide phosphorique minéral ne subissait presque plus de transformation, mais, par contre, la quantité de l'acide phosphorique organique s'accroissait encore aux dépens de celui qui était auparavant plus étroitement uni aux matières albuminoïdes. La marche de transformation de l'acide phosphorique et la dépendance de la période du développement des plantes devient encore plus frappante quand nous l'exprimons au moyen des courbes, tracées sur la tabl. X. Pour le tracement de ces courbes on a mis comme abscisses le temps (en nombre de semaines), dans lequel on analysait les plantes et comme ordonnées les dates des analyses. Dans les courbes qui expriment les quantités d'acide phosphorique sous ses diverses formes, chaque millimètre des ordonnées correspond à 10 mgr. d'acide phosphorique, dans la courbe d'assimilation chaque millimètre correspond à 2 gr. de masse sèche (le tout calculé pour 100 plantes). La courbe de l'absorption de l'acide phosphorique a un parcours très ressemblant à la courbe de l'assimilation: en s'élevant comme l'autre très lentement pendant la durée des premières quatre semaines, elle s'élève avec elle très violemment entre la quatrième et la sixième semaine et ensuite, après un court arrêt, elle monte de nouveau, au début assez énergiquement et ensuite de plus en plus doucement, jusqu'à la maturité des graines.

Tout à fait différent et indépendant de la courbe d'assimilation est le parcours de la courbe qui exprime la transformation totale de l'acide phosphorique en composés organiques. Nous observons des ascensions énergiques de cette courbe sur deux points, dont un entre la quatrième et la sixième semaine et l'autre entre la huitième et la dixième semaine. Le premier point, le moins rapide de cette ascension, correspond au soulèvement de la courbe d'assimilation, le second sûrement non, car quand la courbe d'assimilation ne monta plus après la neuvième semaine [1]) la courbe de transformation s'élève justement dans le courant de la dixième semaine d'une manière très rapide. L'indépendance de cette courbe de la courbe d'assimilation s'accuse aussi dans son cours pendant la huitième semaine, où elle suit un trajet presque horizontal, malgré le soulèvement très prononcé à ce point-là de la courbe d'assimilation.

[1]) Son abaissement dans la neuvième semaine doit être rapporté à une portion de 100 plantes choisie moins heureusement.

Ce manque de transformation de l'acide phosphorique pendant la huitième semaine de la végétation, c'est-à-dire à l'époque où l'orge épie, est-il une manifestation constante, ou bien, ce qui est plus probable, n'est-il que le résultat d'un arrêt accidentel de la végétation dans la septième semaine, il est impossible pour le moment de conclure d'une manière définitive. Si pourtant dans la huitième semaine de la végétation l'assimilation était très forte et la transformation des phosphates très faible, si dans la dixième semaine il n'y avait point d'assimilation et la transformation des phosphates était très énergique, on ne peut plus douter qu'entre ces deux processus physiologiques il n'y a pas de relation immédiate nécessaire. Il en résulte que l'hypothèse de Posternak, prétendant que dans les plantes vertes la première combinaison de l'acide phosphorique s'effectue pendant l'assimilation de $CO_2$ par l'association de $H_3PO_4$ avec l'aldéhyde formique au moment de sa formation pour constituer l'acide anhydro-oxy-méthyléno-diphosphorique ($C_2H_8P_2O_4$), ne peut être soutenue.

Une certaine relation médiate entre l'assimilation et l'entrée en combinaison de l'acide phosphorique avec des composés organiques est un fait tout naturel, car par le fait de l'assimilation se forment les composés organiques auxquels s'unit ensuite l'acide phosphorique.

C'est une chose fort possible que justement le manque de ces composés, occasionné par l'interruption de l'assimilation pendant la septième semaine, fut la cause de ce fait que dans la huitième semaine la transformation de l'acide phosphorique n'a presque pas eu lieu. Par contre il n'y a pas de doute, que quand il se trouve une quantité suffisante de composés organiques qui conviennent à la transformation de l'acide phosphorique, alors cette transformation peut s'opérer, bien que l'aldéhyde formique ne se forme pas dans la plante par voie d'assimilation. Du reste, cette formation des composés organiques indépendamment de toute assimilation est attestée déjà par Iwanoff dans son travail[1]) où il démontra que dans un oignon coupé et tenu dans l'obscurité augmente non seulement l'azote des albumines, mais aussi le phosphore des corps albuminoïdes. Que chez les champignons l'entrée en combinaison de l'acide phosphorique avec des composés organiques s'effectue sans que

[1]) L. Iwanoff: О превращеніяхъ фосфора въ растеніи въ связи съ превращеніями бѣлковъ. С.-Петербургъ, 1905.

l'assimilation y prenne part, cela se comprend de soi-même. Si le trajet de nos courbes contredit l'hypothèse de Posternak sur la manière dont se forme la phytine en rapport avec le processus d'assimilation, par contre il n'exclut aucunement la seconde supposition de cet auteur, notamment que cette phytine est le premier composé organique de l'acide phosphorique qui entre à peine consécutivement en combinaison avec les substances albuminoïdes. Effectivement la courbe de l'acide phosphorique organique s'élève au commencement jusqu'à ce que les plantes épient, bien plus vivement que la courbe des composés nucléo-protéiques et son ascension continue avec une interruption, probablement accidentelle, pendant la huitième semaine, d'une manière presque égale, jusqu'à la fin de la végétation. La courbe des composés nucléo-protéiques jusqu'à la fin de la huitième semaine, c'est-à-dire jusqu'à la floraison, a un parcours très bas, par contre dans la neuvième et la dixième semaine elle s'élève rapidement et coupe la courbe de la phytine, ensuite dans les dernières deux semaines, c'est-à-dire à l'époque où les graines mûrissent, elle tombe de nouveau et coupe une seconde fois la courbe de la phytine. Tout cela s'accorde avec l'hypothèse de Posternak, que pendant la transformation des phosphates tirés du sol il se forme en premier lieu de la phytine, et c'est elle seulement qui d'abord en petite quantité, puis après la défleuraison trés rapidement et énergiquement entre en combinaison avec les substances albuminoïdes, en formant probablement des combinaisons diverses et d'une durée diverse aussi, dont elle se sépare de nouveau partiellement pendant les deux dernières semaines, au moment de la maturité des graines. Il est fort possible que cette séparation de la phytine de ses combinaisons avec les substances albuminoïdes est en relation avec la formation des globoïdes dans les graines, qui sont composés comme l'on sait de sels de chaux et de magnésie de l'acide phosphorique organique. Le parcours de la courbe de l'acide phosphorique minéral démontre, que son point culminant tombe sur le moment où les plantes épient, ensuite elle redescend d'une manière constante à cause de la transformation énergique de l'acide phosphorique en ses composés organiques.

Si nous prenons en considération la répartition des quantités de l'acide phosphorique, séparément dans les tiges et dans les épis, alors nous pouvons constater, que l'acide phosphorique des composés nucléo-protéiques, depuis le moment de la formation des graines,

s'accumule surtout dans les épis; peu après, la même chose a lieu avec l'acide phosphorique organique, dont la qualité prévalait d'abord dans les tiges. L'acide phosphorique minéral s'accumule en premier lieu surtout dans les tiges et depuis la dixième semaine de la végétation il se répartit d'une manière égale entre les tiges et les épis. L'acide phosphorique de la lécithine ne montre aucune régularité dans ses transformations, on peut observer uniquement que sa quantité s'accroît en général au moment que les plantes épient et prévaut dans les tiges.

Pour la critique des résultats de mon travail ci-dessus présentés, en tant qu'ils se rapportent à la relation entre l'acide phosphorique organique (phytine) et l'acide phosphorique des composés albuminoïdes, il est important de constater dans quelle mesure les méthodes analytiques, que j'ai employées, peuvent servir pour établir une distinction exacte entre ces deux groupes de composés phosphoro-organiques. On pourrait nourrir à ce sujet des doutes sérieux déjà à cause de ce fait, que les quantités de l'acide phosphorique organique trouvées dans les graines étaient sans comparaison plus faibles, que celles données par Posternak pour sa phytine.

Posternak trouva que l'acide phosphorique de la phytine dans des diverses graines contient 70 à 90% d'acide phosphorique total de ces graines, chez les pois, par exemple, 70·8%, tandis que dans les analyses mentionnées plus haut j'ai trouvé pour l'acide phosphorique organique soluble dans l'acide acétique seulement 23% d'acide phosphorique total. Si la quantité réelle de phytine dans les graines que j'ai étudiées était la même que dans les graines étudiées par Posternak, on pourrait alors expliquer les nombres relativement faibles d'acide phosphoro-organique, que j'ai trouvés, par le fait que 1% d'acide acétique ne pouvait pas dissoudre toute la quantité de phytine, qui se trouvait dans les graines. Mais la cause d'un pareil résultat pourrait être envisagée de deux manières, à savoir, ou que pour l'extraction complète de la phytine des graines l'action de l'acide acétique à 1% employé une seule fois, comme je l'ai fait, ne suffit pas, mais que cette extraction doit être répétée à plusieurs reprises, ou qu' une seule partie de la phytine se trouvant dans les graines est soluble dans 1% d'acide acétique et la seconde partie, en tant qu'elle est plus fortement combinée avec d'autres composés organiques, notamment avec les substances albuminoïdes, est en général insoluble et on ne peut l'extraire qu'a

l'aide des facteurs plus énergiques, qui dissoudraient ces composés, donc, par exemple, avec de l'acide chlorhydrique dilué, qu'employa en effet Posternak pour l'extraction des graines. Pour résoudre laquelle de ces éventualités a lieu, j'ai traité d'une part 5 gr. de farine de pois avec 100 c. c. d'acide chlorhydrique à 0·5%, de l'autre avec 100 c. c. d'acide acétique à 1%. On filtrait et dans le filtrat on déterminait l'acide phosphorique. On en trouva:

dans 50 c. c. de liquide, extrait par 0·5% d'acide chlorh., 0·0329 gr.
dans 50 c. c. de liquide, extrait par 1% d'acide acétique, 0·0146 gr.

Réduction faite de l'acide phosphorique minéral, déterminé par la méthode Schulze-Castoro, il revient pour l'acide phosphorique organique:

dans 50 c. c. de liquide, extrait par 0·5% de HCl, 0·0282 gr.
dans 50 c. c. de liquide, extrait par 1% d'acide acét., 0·0099 gr.

Donc l'acide chlorhydrique dissolvait effectivement beaucoup plus d'acide phosphoro-organique que l'acide acétique. Pour se convaincre à présent si par l'action répétée d'acide acétique on ne pourrait extraire des graines une même quantité d'acide phosphorique que dissolvait l'acide chlorhydrique, j'ai versé sur le résidu, qui renfermait encore 30 c. c. du liquide de la première extraction, de nouveau 100 cent. cub. d'une solution à 1% d'acide acétique et j'ai répété cette extraction encore quatre fois. Après l'évaporation des liquides filtrés réunis, leur incinération et la détermination de l'acide phosphorique, on trouva: 0·0062 au lieu de 0·0059 gr. qui correspond à 30 c. c. de liquide restés de la première extraction. Donc les extractions réitérées à plusieurs reprises avec l'acide acétique à 1% du résidu n'ont fait que diluer l'acide phosphorique organique déjà dissous pendant la première extraction, mais ne dissolvait plus de nouvelles quantités d'acide phosphorique organique.

L'essai de la méthode d'extraction que j'ai employée ici prouve donc, que l'acide acétique à 1% dissout après une seule extraction des végétaux toute la quantité de l'acide phosphorique organique qui peut être rendue soluble par ce facteur. Puisque l'acide chlorhydrique dissout des quantités beaucoup plus considérables de cet acide, il faut donc conclure, que l'acide phosphoro-organique, c'est-à-dire la phytine de Posternak, se trouve dans les plantes au moins sous deux formes différentes: une portion de cet acide se

présente peut-être sans aucune combinaison subséquente, tout simplement comme des sels de cet acide, et cette portion se dissout dans l'acide acétique à 1%; une autre portion doit être plus étroitement combinée avec d'autres substances organiques, ainsi que Posternak le suppose avec les substances albuminoïdes, et cette portion est insoluble dans l'acide acétique à 1%, par contre elle est, au moins partiellement, soluble dans l'acide chlorhydrique dilué, probablement parce que cet acide décompose les combinaisons de l'acide phosphorique organique et des substances albuminoïdes.

Si nous allons juger à ce point de vue les résultats de nos analyses de l'orge, alors la marche de la transformation de l'acide phosphorique se présentera de la manière qui fut décrite plus haut. En premier lieu, la transformation des phophates minéraux consiste dans la formation de la phytine; celle-ci, surtout depuis la défleuraison des plantes, se combine avec les substances albuminoïdes pour former des composés plus ou moins stables, qui de pair avec la phytine se forment constamment à nouveau, et émigre vers les graines en voie de formation.

Pendant la dernière période de la maturation, une partie de ces composés phytino-albuminoïdes se décompose de nouveau en vertu de quoi la quantité de la phytine soluble dans l'acide acétique s'accroît d'une manière constante jusqu'à la pleine maturité des graines, par conséquent, même lorsque la formation de la phytine aux dépens de l'acide phosphorique minéral a cessé complètement. Il est probable que justement parce que cette séparation de la phytine des substances albuminoïdes, avec lesquelles elle est combinée, ne survient pas toujours dans la même mesure, la quantité de l'acide phosphorique organique, que l'acide acétique à 1% extrait des graines, semble être très variable, même dans les graines d'une même espèce.

---

Les résultats du présent travail peuvent être résumés de la manière suivante:

1. Pendant le développement des plantes germant dans un liquide nutritif sans phosphore, j'ai constaté, conformément aux résultats des expériences précédentes, un accroissement de la quantité d'acide phosphorique minéral aux dépens des composés phosphoro-organiques accumulés dans les graines, à savoir des composés nucléo-protéiques

de l'acide phosphorique organique (phytine) et, dans une certaine mesure aussi, de la lécithine.

2. L'acide phosphorique minéral, une fois séparé des composés phosphoriques organiques, ne sert point à leur régénération, s'il n'y a plus d'afflux des phosphates nouveaux de l'extérieur, même quand la plante se développe à la lumière et assimile fortement.

3. Du point 1 et 2 il résulte que l'acide phosphorique sert à la plante, non seulement pour la formation des composés phosphoro-organiques, mais joue encore un autre rôle important dans la vie des plantes.

4. Dans le cas où l'on fournit à la plante privée de phosphore un liquide nutritif qui en est pourvu, survient une absorption avide des phosphates et, à côté d'elle, une transformation prompte de ces phosphates en composés phosphoro-organiques.

5. Si l'afflux des nouveaux phosphates à la plante est interrompu, alors, après un certain temps, une partie des composés phosphoriques organiques formés auparavant aux dépens du liquide nutritif, subit une décomposition pareille à celle des composés phosphoriques organiques dans les graines à l'état de germination et l'acide phosphorique de ces composés se sépare de nouveau comme acide minéral.

6. Pendant le développement de l'orge dans les conditions tout à fait normales, l'absorption de l'acide phosphorique s'opère parallèlement au développement des plantes, presque jusqu'à la maturité complète des graines. Jusqu'à la floraison, la transformation des phosphates en composés phosphoro-organiques est relativement faible et circonscrite surtout à la formation de l'acide phosphorique organique (phytine). La transformation la plus énergique des phosphates minéraux en composés phosphoro-organiques s'effectue immédiatement après la défleuraison, pendant la formation des graines. C'est à cette époque que survient aussi la formation la plus abondante des composés nucléo-protéiques et leur migration vers les graines en voie de formation. Pendant la maturité définitive des graines, une partie de la phytine se sépare des composés protéiques, avec lesquelles elle était auparavant combinée.

7. La transformation des phosphates minéraux en composés phosphoriques organiques, sans exception de la phytine, ne dépend pas de l'assimilation d'une façon immédiate.

8. Il est assez probable, que la phytine, conformément à l'opi-

nion de Posternak, est le premier produit de la transformation de l'acide phosphorique minéral en ses composés organiques et surtout en composés nucléo-protéiques.

---

J'ai exécuté ce travail dans le laboratoire de l'Institut de Chimie Agricole de l'Université de Cracovie, en profitant des conseils précieux de M. le professeur E. Godlewski, pour lesquels je me fais l'aimable devoir de lui présenter ici mes remerciements.

---

41. M. R. NITSCH. **Doświadczenia z jadem laboratoryjnym wścieklizny. Część V.** ***(Expériences sur la rage de laboratoire (virus fixe), V-ème partie).*** Mémoire présenté par M. M. Siedlecki m. c.

XIX.

## Expériences sur le virus fixe inoculé sous la dure-mère en quantités variables.

Dans le chapitre XVII (dans la III-e partie de ce travail) j'ai réussi à prouver que la quantité de virus de rues a une influence sur la période d'incubation de la maladie et sur la mort des animaux qui ont servi pour l'expérience. Ceci étant, je me suis décidé à étudier, si un phénomène pareil ne se passerait pas aussi avec le virus fixe. On était obligé de supposer *à priori* que, s'il était possible de démontrer ce phénomène, ce ne fût qu' avec des différences très considérables entre les quantités de virus inoculé. D'un côté, parce que des milliers d'animaux ont été inoculés déjà sous la dure-mère, dans les buts divers, avec le virus fixe sans qu'on fît attention à la quantité de virus inoculé, — et on n'a pas remarqué des différences entre les périodes d'incubation. On est donc autorisé à coup sûr de dire que l'on avait inoculé des quantités très différentes de ce virus, et que malgré cela on n'a pas observé que la période d'incubation fût soit abrégée soit prolongée. De l'autre côté, parce que pour le virus de rues aussi on n'a pu démontrer la différence dans la durée de la période d'incubation de la maladie qu'avec des différences très considérables entre les quantités respectives de virus inoculé: des différences de 10, même parfois de 100 fois, entre les quantités de ce virus n'exer-

çaient pas une influence évidente sur la durée de la période d'incubation de la maladie.

Ainsi donc pour les expériences présentes j'ai résolu de recourir aux différences de 1000 fois au moins. Les résultats de ces expériences sont consignés dans la Table XLIV établie d'après les modèles précédents. J'employais constamment une émulsion de la substance grise des lapins qui venaient de succomber ou qui avaient été sacrifiés dans les dernières heures, probablement, de leur vie après l'inoculation du virus fixe. Je ne filtrais jamais l'émulsion et je faisais toujours les inoculations intracérébrales. Assez souvent apparaissaient les symptômes plus on moins graves de la compression cérébrale après l'injection de 0·5 à 1-cc d'une émulsion épaisse. Chaque fois on l'a noté dans les remarques. Dans les trois premières expériences j'ai introduit dans le cerveau des quantités variables d'émulsion dans des volumes variables de liquide (solution physiologique de sel marin). Dans les cinq dernières expériences j'ai tâché, en revanche, d'injecter ces quantités variables de virus (différ. de 1000 à 10000 fois) toujours dans le même volume de liquide pour que les conditions des expériences fussent tout à fait égales. Malheureusement, j'étais obligé souvent de sacrifier mes lapins, sans attendre leur mort, car j'avais besoin de leurs moelles pour l'inoculation aux hommes. Cependant, comme ils étaient sacrifiés presque toujours *in extremis* et toujours à la phase de paralysie complète, à une période donc où ils n'auraient pas vécu plus de 24 heures, les résultats des expériences consignées dans la Table XLIV ne perdent pas leur valeur, je crois. Chaque fois deux lapins étaient inoculés, dont le lapin désigné avec la lettre *a* recevait constamment 100 mg. de substance, c'est-à-dire une dose 1000 ou 10000 fois plus forte.

Voir Table XLIV, p. 644—645.

On a donc exécuté 8 expériences, en inoculant chaque fois 2 lapins.

Dans les 4 premières expériences on injectait chaque fois à un lapin 100 mg. de substance grise et à l'autre seulement 0·1 mg., une dose donc 1000 fois plus faible. Chez tous les lapins la maladie a débuté en même temps à peu près et ils ont succombé tous après un laps de temps plus on moins égal, ou bien ils ont été sacrifiés dans un état plus ou moins semblable. On n'a pas remar-

TABLE XLIV.

Expériences sur le virus fixe inoculé dans le cerveau

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation (1905) | Poids des lapins inoculés (en grammes) | Espèce et préparation de l'émulsion de la substance grise du cerveau (virus fixe), non filtrée, inoculée dans le cerveau | Quantité de subst. inocul. (en mg) | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9/X | 2220 | diluée 1000 fois, 0·1 cc. | 0·10 | 14/X | 5 |
| 1 *a* | „ | „ | diluée 10 fois, 1 cc. | 100·0 | „ | 5 |
| 2 | 22/X | 2140 | dtto du lapin tué il y a 4 heures, diluée 10000 fois, 1 cc. | 0·10 | 26/X | 4 |
| 2 *a* | „ | 2130 | dtto diluée 5 fois, 0·5 cc. | 100·0 | 25/X | 3 |
| 3 | 24/X | 2180 | dtto du lapin mort dans la nuit, diluée 1000 fois, 0·1 cc. | 0·10 | 29/X | 5 |
| 3 *a* | „ | 2080 | dtto diluée 5 fois, 0·5 cc. | 100·0 | „ | 5 |
| 4 | 26/X | 1990 | dtto du lapin tué il y a quelques heures, diluée 5000 fois, 0·5 cc. | 0·10 | 30/X | 4 |
| 4 *a* | „ | „ | dtto diluée 5 fois, 0·5 cc. | 100·0 | „ | 4 |
| 5 | 17/XI | 2130 | dtto du lapin tué il y a 4 h., diluée 50000 fois, 0·5 cc. | 0·01 | 22/XI | 5 |
| 5 *a* | „ | 2070 | dtto diluée 5 fois, 0·5 cc. | 100·0 | „ | 5 |
| 6 | 18/XI | 2300 | dtto du lapin tué il y a quelques heures, diluée 50000 fois, 0·5 cc. | 0·01 | 23/XI | 5 |
| 6 *a* | „ | 2440 | dtto diluée 5 fois, 0·5 cc. | 100·0 | „ | 5 |
| 7 | 20/XI | 2140 | dtto diluée 50000 fois, 0·5 cc. | 0·01 | | |
| 7 *a* | „ | 2220 | dtto diluée 5 fois, 0·5 cc. | 100·0 | 24/XI | 4 |
| 8 | 21/XI | 2100 | dtto (comme les Nr. 6 et 7). | 0·01 | 26/XI | 5 |
| 8 *a* | „ | 2230 | dtto (comme les Nr. 6 *a* et 7 *a*). | 100·0 | 26/XI | 5 |

TABLE XLIV.

en doses variables (doses différant de 1000 à 10000 fois).

| Poids des animaux au cours de l'expérience (en grammes) | | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculation | Remarques |
|---|---|---|---|---|
| 12. 2270<br>13. 2170<br>14. 2160 | 15. 2070<br>16. 1850 | nuit du 16 au 17 | $7^1/_2$ | |
| 12. 2380<br>13. 2230<br>14. 2160 | 15. 1930<br>16. 1900 | „ | $7^1/_2$ | Après l'inoculation, des symptômes graves de la compression cérébrale pendant une heure environ. |
| 25. 2200<br>26. 2270 | 27. 2220<br>28. 1980 | 29/X sacrifié | | Dtto chez le Nr. 2, mais avec une intensité moindre. |
| 25. 1850<br>26. 1830 | 27. 1780<br>28. 1660 | 29/X sacrifié | | Autopsie des Nr. 2 et 2 *a* avec résultat négatif. |
| 28. 2160<br>29. 2030 | 30. 1820<br>31. 1710 | 31/X sacrifié | | Autopsie des Nr. 3 et 3 *a* avec résultat négatif. |
| 28. 2020<br>29. 2030 | 30. 1700<br>31. 1720 | 31/X sacrifié | | |
| 29. 2210<br>30. 2260(!) | 31. 2060<br>1/XI. 1900 | nuit du 31/X au 1/XI | $5^1/_2$ | Autopsie des Nr. 4 et 4 *a* avec résultat négatif. Chez les deux, un peu d'émulsion s'est écoulé par le trou de trépanation |
| 29. 1970<br>30. 1870 | 31. 1720<br>1/XI. 1650 | nuit du 1 au 2/XI | $6^1/_2$ | |
| 20. 2190<br>21. 2060 | 22. 1960<br>23. 1920 | 24/X sacrifié | | Autopsie des Nr. 5 et 5 *a* avec résultat négatif. Après l'inoculation du Nr. 5 *a* des symptômes graves de la compression cérébrale. |
| 20. 1890<br>21. 1810 | 22. 1680<br>23. 1570 | 24/X sacrifié | | |
| 21. 2410<br>22. 2370 | 23. 2260<br>24. 2180 | 25/XI sacrifié | | Autopsie avec résultat négatif. |
| 21. 2130<br>22. 2050 | 23. 1900<br>24. 1830 | nuit du 24 au 25 | $7^1/_2$ | Après l'inocul., des sympt. de la compres. cérébr. Autopsie a démontré des lésions inflammatoires dans les deux poumons. |
| 22. 2160<br>23. 2260<br>24. 2270 | 25. 2300<br>26. 2320<br>27. 2320 | | | N'a point succombé. |
| 22. 2150<br>23. 2200<br>24. 2050 | 25. 1930<br>26. 1830 | nuit du 26 au 27/XI | $6^1/_2$ | Pas des sympt. de la compression cérébr. Autopsie avec résultat négatif. |
| 24. 2200<br>25. 1970 | 26. 1910<br>27. 1820 | 28/XI | 7 | Frisson après l'inocul. Autop. a démontré des lésions inflammat. dans les poumons, un liquide sanieux dans les plèvres et dans le médiastin antérieur. |
| 24. 2570<br>25. 2400 | 26. 2340<br>27. 2160 | 28/XI sacrifié | | Autopsie avec résultat négatif. |

qué des différences plus apparentes qui auraient permis d'affirmer qu'une dose de virus fixe 1000 fois plus faible agît plus faiblement d'une façon bien nette. On n'observait que des différences peu distinctes et inconstantes dans l'action du virus, notamment: Les premiers symptômes manifestes de la maladie apparaissaient presque toujours en même temps (les lapins étaient examinés tous les jours matin et soir) soit le 4-e soit le 5-e jour après l'inoculation. La perte de poids était notée d'habitude déjà un jour plus tôt! Ce n'est que chez le lapin Nr. 2 *a* que les premiers symptômes absolument semblables aux symptômes de la rage apparurent déjà 3 jours après l'inoculation (peut-être même déjà au bout de 2 jours), tandis que le lapin Nr. 2 était alors tout à fait sain encore et même ne perdait pas du poids. Ainsi donc, dans ce cas, l'influence d'une dose 1000 fois plus forte apparut d'une façon bien évidente. Il est à remarquer encore que le lapin Nr. 2 *a* a supporté très bien l'inoculation, tandis que le lapin Nr. 2 a présenté les symptômes de l'irritation du cerveau manifeste, bien que passagère (il a reçu en effet une dose 1000 plus faible, mais dans un volume de liquide 2 fois plus grand). L'évolution ultérieure de la maladie chez le lapin Nr. 2 *a* mérite l'attention, car les premiers symptômes de la maladie qui avaient apparu si tôt chez lui, se maintenaient au même degré assez longtemps, et pendant ce temps le lapin Nr. 2 est devenu malade à son tour et a atteint le même degré des symptômes que le Nr. 2 *a*. Enfin, on a remarqué même que le lapin Nr. 2 *a* était plus fort encore que le lapin Nr. 2, et que, par ex., celui-là s'efforçait encore de se relever, tandis que le Nr. 2 restait étendu déjà complètement paralysé. A la fin, au bout de 7 jours, on était obligé de les sacrifier tous les deux. — Le lapin Nr. 4, inoculé avec une dose 1000 fois plus faible, succomba 24 heures plus tôt que le lapin Nr. 4 *a*. On n'a rien trouvé à l'autopsie chez l'un ni l'autre. Une seule différence plus constante qui pourrait témoigner de l'action plus prononcée d'une dose 1000 fois plus forte, consiste dans la perte plus précoce de poids chez les lapins auxquels on injecte la dose plus forte. Ainsi par ex., chez les lapins Nr. 2 *a*, 3 *a*, 4 *a* nous voyons que la perte de poids débute d'une façon constante un jour au moins plus tôt que chez les lapins Nr. 2, 3, 4. Ce n'est que le lapin Nr. 1 *a* qui se comporte autrement.

Ainsi donc, comme une dose 1000 fois plus forte de virus fixe

ne déterminait pas des symptômes manifestes d'une action plus forte, on a essayé dans les 4 expériences suivantes de comparer l'influence des doses différant de 10000 fois. Comme il était difficile d'inoculer aux lapins dans le cerveau plus de 100 mg., car même cette dose déjà déterminait souvent des symptômes graves de la compression cérébrale (un lapin même succomba quelques heures après l'inoculation de cette dose), on était obligé d'abaisser la dose minima de 0·1 mg. à 0·01 mg. Ces 4 expériences cependant n'ont pas démontré non plus des différences nettes et constantes dans l'action des doses 10000 fois plus fortes. Les premiers symptômes de la maladie y apparaissaient aussi en même temps. Le lapin Nr. 6 *a*, à vrai dire, a succombé plus tôt que le lapin Nr. 6 qui a été sacrifié après la mort du lapin Nr. 6 *a*: mais à l'autopsie on a découvert la cause de cette mort précoce du lapin Nr. 6 *a*. Par contre, le lapin Nr. 8 a succombé plus tôt que le lapin Nr. 8 *a* qui a été sacrifié après la mort de celui-là: mais l'autopsie de nouveau a démontré la cause de la mort précoce du lapin Nr. 8. Ce n'est que la perte de poids qui apparaît, d'une façon plus ou moins constante, plus tôt chez les lapins qui ont reçu une dose 10000 fois plus forte. — Le lapin Nr. 7, inoculé avec 0·01 mg. de substance grise de la partie antéro-supérieure des lobes frontaux, n'a point succombé. (Il est à remarquer que les lapins Nr. 5, 6, 7 et 8 étaient inoculés constamment avec la partie antéro-supérieure des lobes frontaux, comme la partie la plus virulente paraît-il du cerveau). Dans le chapitre XV cependant (III-e partie) de ce travail il a été démontré que même 0·001 mg. de substance grise de ces parties du cerveau est une dose à coup sûr mortelle. Pourtant, j'en y ai attiré l'attention sur ce que si l'on veut obtenir ce résultat, les matériaux à inoculer doivent provenir des lapins tués dans les dernières heures de leur vie et être inoculés immédiatement, c'est-à-dire 1 heure après la mort du lapin, autrement les résultats cessent d'être sûrs. C'est à cela que l'on doit attribuer la survie du lapin Nr. 7. On a exécuté notamment toutes les expériences consignées dans la Table XLIV avec les cerveaux apportés d'une autre rue, après qu'on les avait enlevés: de cette façon entre le moment de la mort du lapin et celui de l'inoculation de son cerveau quelques heures du moins se sont écoulées. Et le cerveau encore était exposé à l'action de la lumière et de l'air, ce que l'on doit éviter autant que possible.

Nous dirons donc définitivement: la différence de 1000 et même de 10000 fois entre les quantités de virus fixe n'exerce une influence bien nette ni sur la période d'incubation de la maladie, ni sur l'issue mortelle. C'est-à-dire que le virus fixe se comporte ainsi que son nom indique: il se distingue par son action constante sans égard à la dose, plus ou moins forte. Si la dose inoculée est suffisante pour entraîner la mort, les millièmes de miligramme agissent alors plus ou moins de la même manière (comme il ressort des Tables XXXI et XXXII dans la III-partie) que les doses énormes de 100 mg. (dont on s'est servi dans la Table XLIV). C'est dans cette action qu'apparaît la différence évidente entre le virus fixe et le virus de rues. Encore une fois je déclare nettement qu'il existe quelques différences entre l'action des doses très faibles et celle des doses très fortes de virus fixe. Nous venons d'en parler d'une façon détaillée. Elles sont cependant si insignifiantes, si inconstantes et si rapprochées qu'il est impossible de leur attribuer une importance un peu plus grande et de les considérer comme des différences réelles.

## XX.

## Comparaison de la virulence de la substance blanche et de la substance grise du cerveau des lapins morts de la rage de rues [1]).

Dans le chapitre XI (II-e partie) de ce travail j'ai réussi à prouver que le vrai siège du virus fixe est la substance grise du système nerveux central. Il est évident qu'une question s'est posée alors: la rage de rues se comporte-t-elle de la même façon? La réponse à cette question a demandé un temps assez long, car presque jamais nous n'obtenons des matériaux frais de la rage de rues. Ceci étant, on était obligé d'abord d'inoculer à des lapins dans les muscles ou sous la peau la rage de rues et de les sacrifier lorsque les symptômes manifestes de la rage avaient apparu chez eux. Car il s'agissait de prendre des matériaux à inoculer autant que possible immédiatement après la mort de l'animal pour éviter le passage *post mortem* du virus dans la substance blanche. Les résultats de

[1]) Voir le renvoi au chapitre XVII (III-e partie) de ce travail.

deux expériences seulement sont consignés dans la Table XLV dressée d'après les modèles précédents.

Voir Table XLV, p. 650—653.

On n'a exécuté que 2 expériences et malgré cela on a obtenu un résultat non équivoque. Dans les deux expériences on a inoculé 8 lapins chaque fois: les 4 premiers avec la substance grise, les 4 derniers avec la substance blanche. Les lapins auxquels on inoculait la substance blanche étaient désignés avec la lettre *a*, s'ils avaient reçu la même dose de cette substance que ceux inoculés avec la substance grise. Dans la première expérience (du 24 novembre 1905) l'émulsion n'a pas été filtrée tandis que dans la deuxième (du 16 février 1906) elle a été filtrée sur papier filtre. La filtration exerce une influence indubitable sur la marche des expériences. Dans la Table XLV cependant cette influence ne devient manifeste que dans un seul cas. Le lapin Nr. 3 *a*, notamment, auquel on avait inoculé 0·05 mg. de substance blanche non filtrée, a succombé à la rage, tandis que le lapin Nr. 9 *a*, auquel on avait inoculé la même dose de substance blanche mais filtrée, a survécu. Et cependant le lapin Nr. 2, auquel on avait inoculé 0·03 mg. de substance grise non filtrée, n'a péri de la rage qu'au bout de 140 jours, tandis que les lapins Nr. 7 et 8 qui avaient reçu respectivement 0·02 et 0·04 mg. de substance grise filtrée ont péri déjà au bout de 30 et quelques jours. Cependant les lapins Nr. 7 et 8 étaient malades, comme l'autopsie l'a montré, et c'est cette maladie sans doute qui a déterminé l'apparition précoce de la rage. Ce n'est qu'après l'inoculation des doses très faibles que je n'ai pas observé l'influence de la filtration sur le résultat des expériences, comme je l'avais signalé déjà dans le chapitre XV de ce travail.

La substance employée dans la première expérience provenait du cerveau d'un lapin auquel on avait inoculé, le 4 novembre, dans les muscles d'une patte de derrière une émulsion du cerveau d'un chien mort de la rage de rues. Ce lapin a commencé à présenter le 22 novembre les premiers symptômes de la rage et le 24 novembre il a été tué, lorsqu'il était atteint de la paralysie complète du train de derrière et d'une parésie bien prononcée du train de devant; immédiatement après sa mort on a enlevé son cerveau et on l'a inoculé aux 8 premiers lapins, comme il est mentionné dans

TABLE XLV.

Comparaison de la virulence de la substance blanche et de

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Poids des lapins inoculés (en grammes) | Espèce et préparation de l'émulsion inoculée dans le cerveau | Quantité de substance inoculée (en milligr.) | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 24/XI 1905 | 1880 | Substance grise des parties antéro-supérieures des hémisphères, diluée 10000 fois, non filtrée, 0·1 cc. | 0·01 | | |
| 2 | „ | 2200 | dtto 0·3 cc. | 0·03 | 7/IV 1906 | 134 |
| 3 | „ | 2210 | dtto non filtrée, diluée 2000 fois, 0·1 cc. | 0·05 | 11/XII 1905 | 17 |
| 4 | „ | 2250 | dtto 0·2 cc. | 0·10 | 16/XII | 22 |
| 3 *a* | „ | 2010 | Subst. blanche, diluée 2000 fois, non filtrée, 0·1 cc. | 0·05 | 10/XII | 16 |
| 4 *a* | „ | 2200 | dtto 0·2 cc. | 0·10 | 18/XII | 24 |
| 5 | „ | 2240 | dtto non filtrée, diluée 200 fois, 0·1 cc. | 0·50 | 8/XII | 14 |
| 6 | „ | 2310 | dtto 0·2 cc. | 1·00 | 5/XII | 11 |

la substance grise du cerveau infecté avec la rage de rues.

| Poids des lapins au cours de l'expérience (en grammes) | | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculation | Remarques |
|---|---|---|---|---|
| 3/XII. 1970<br>7. 2000<br>13. 2100<br>20. 2010 | 29/I. 2130<br>24/II. 2200<br>3/III. 2250<br>7/IV. 2350 | | | Le 4 juillet 1906 ce lapin est toujours sain. |
| 3/XII. 2150<br>16. 2410<br>29/I. 2580<br>24/II. 2790 | 3/III. 2920<br>7/IV. 2680<br>12. 2320 | 13/IV | 140 | Au commencement de décembre il présentait une suppuration sur le crâne, comme suite de l'inoculation. Il succomba 4 mois après au milieu des symptômes typiques de la rage. Autopsie avec résultat négatif. Glycosurie très nette. |
| 3/XII. 2260<br>5. 2280<br>6. 2180<br>8. 2120 | 10. 2200<br>11. 1950<br>12. 1810<br>13. 1780 | nuit du 13 au 14/XII | 19½ | |
| 3/XII. 2250<br>8. 2400<br>10. 2270<br>15. 2110 | 16. 2040<br>17. 2000<br>18. 1970<br>19. 1950 | 19/XII | 25 | Autopsie avec résultat négatif. On n'a trouvé que nombreux cysticerques dans le péritoine. |
| 3/XII. 2140<br>6. 2070<br>8. 1990<br>10. 1960 | 11. 1860<br>12. 1810<br>13. 1760<br>14. 1750 | nuit du 13 au 14/XII | 19½ | Autopsie avec résultat négatif. |
| 3/XII. 2330<br>12. 2470<br>14. 2450<br>16. 2280 | 18. 2100<br>20 1980<br>21. 1840<br>22. 1800 | 22/XII | 28 | dtto |
| 3/XII. 2230<br>6. 2170<br>7. 2080 | 8. 2040<br>9. 1900<br>10. 1870 | nuit du 9 au 10/XII | 15½ | dtto |
| 2/XII. 1960<br>3. 1890<br>4. 1830 | 5. 1760<br>6. 1640 | nuit du 6 au 7/XII | 12½ | Il était atteint d'un écoulement purulent des narines. Autopsie a démontré des lésions très étendues dans les poumons. |

| Numéro d'ordre | Date de l'inoculation | Poids des lapins inoculés (en grammes) | Espèce et préparation de l'émulsion inoculée dans le cerveau | Quantité de substance inoculée (en milligr.) | Date du début de la maladie | Combien de jours après l'inoculation |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 16/II 1906 | 2330 | Substance grise de la surface des hémisphères cérébraux, diluée 5000 fois, filtrée, 0·1 cc. | 0·02 | 18/III | 30 |
| 8 | " | 2510 | dtto diluée 2500 fois, 0·1 cc. | 0·04 | 12/III | 24 |
| 9 | " | 2770 | dtto diluée 2000 fois, 0·1 cc. | 0·05 | 5/III | 17 |
| 10 | " | 3000 | dtto diluée 1000 fois, 0·1 cc. | 0·10 | 4/III | 16 |
| 7 *a* | " | 2310 | Substance blanche des hémisphères cérébraux, diluée 5000 fois, filtrée, 0·1 cc. | 0·02 | | |
| 8 *a* | " | 2470 | dtto diluée 2500 fois, 0·1 cc. | 0·04 | | |
| 9 *a* | " | 2620 | dtto diluée 2000 fois, 0·1 cc. | 0·05 | | |
| 10 *a* | " | 2890 | dtto diluée 1000 fois, 0·1 cc. | 0·10 | 5/III | 17 |

| Poids des lapins au cours de l'expérience (en grammes) | | Date de la mort | Combien de jours après l'inoculation | Remarques |
|---|---|---|---|---|
| 24/II. 2350<br>3/III. 2370<br>8. 2350<br>15. 2300 | 16. 2280<br>18. 2080<br>19. 2030 | nuit du 19 au 20/III | 31 1/2 | Autopsie: Dans les deux poumons lésions inflammatoires s'étendant à quelques lobes entiers et à des parties d'autres lobes (aspect marbré). Très peu d'urine: celle-ci étendue de 3 volumes d'eau ne renferme pas de sucre. Méninges très congestionnées. On a fait avec le cerveau des inoculations intracérébrales à 2 cobayes: l'un a succombé à la rage après 13 jours, et l'autre après 17 jours. |
| 24/II. 2520<br>3/III. 2570<br>5. 2490<br>8. 2400<br>11. 2280<br>12. 2270 | 15. 2170<br>19. 2000<br>20. 2170<br>23. 1920<br>24. 1750 | nuit du 24 au 25/III | 36 1/2 | Autopsie: Dans les poumons de petits tubercules. Dans les deux reins environ 20 nodules, de la grosseur d'un pois, remplis d'une masse caséeuse. Le sang du coeur, le cerveau et les foyers des reins — stériles. En revanche, dans les préparations microscopiques des foyers des reins on trouve très nombreux bacilles tuberculeux. La marche complète de la maladie assez longue du lapin Nr. 8 rappelait vivement les symptômes de la rage chez les lapins, décrits dans les tables XLI et XLII. |
| 24/II. 2900<br>3/III. 2800<br>5. 2600 | 6. 2450<br>7. 2420 | nuit du 6 au 7/III | 18 1/2 | Autopsie avec résultat absolument négatif Glycosurie très nette. |
| 24/II. 3140<br>3/III. 3090<br>5. 2850 | 6. 2750<br>7. 2720<br>8. 2740 | nuit du 7 au 8/III | 19 1/2 | Autopsie: Lésions inflammatoires dans quelques lobes pulmonaires. Glycosurie très nette. |
| 24/II. 2210<br>3/III. 2220<br>7. 2120 | 20. 2180<br>13/IV. 2070<br>26/IV. 1730 | nuit du 19 au 20/IV | 62 1/2 | Ce lapin, pendant sa vie, n'a présenté point des symptômes de la rage. Autopsie a démontré des lésions étendues dans les poumons: nombreuses granulations grisâtres des dimensions variables, parenchyme compact, non aéré; à la coupe des bronches s'écoule partout un liquide purulent. Les cavités nasales, de même, remplies totalement avec du pus. Oedème aigu de la rate. Pas d'urine. |
| 24/II. 2510<br>5/III. 2970<br>8. 2460 | 20. 2440<br>6/IV. 2150 | nuit du 7 au 8/IV | 50 1/2 | Autopsie: Lésions inflammatoires très étendues dans les poumons. Exsudat fibrineux à la surface interne du péricarde. Pas d'urine. N'a pas présenté des symptômes de la rage. |
| 24/II. 2740<br>3/III. 2920<br>6. 2850 | 15. 3010<br>20. 2690<br>24. 2830 | | | Dans la nuit du 19 au 20 mars a mis bas. Le 4 juillet elle est encore saine. |
| 24/II. 2760<br>26. 2600<br>28. 2450<br>1/III. 2400 | 3. 2570(!)<br>5. 2430<br>6. 2320<br>7. 2230 | nuit du 6 au 7/III | 18 1/2 | Autopsie avec résultat négatif. Glycosurie très nette. Symptômes typiques de la rage pendant la vie. |

la Table XLV. Il faut y remarquer qu'en décembre 1905 je ne pouvais observer les lapins inoculés, à cause de ma maladie. Ainsi donc toutes les données, concernant le début de la maladie, le poids et la mort des lapins qui ont succombé alors, j'ai rapporté d'après les notes d'un garçon de laboratoire, homme digne de foi. M. le docteur Ph. Eisenberg a bien voulu se charger de l'autopsie de 5 lapins.

La substance employée pour la deuxième expérience provenait du cerveau d'un lapin auquel on avait inoculé le 28 décembre 1905 dans les muscles d'une patte de derrière l'émulsion du cerveau d'une petite fille de 6 ans, morte de la rage il y avait 3 jours. Chez ce lapin les premiers symptômes de la rage n'apparurent que le 14 février 1906. Le soir du 16 février on l'a tué en état de la paralysie complète. On a inoculé son cerveau immédiatement après la préparation de l'émulsion aux 8 lapins de la deuxième expérience.

Il ressort de la première expérience que la substance blanche, inoculée à la dose de 0·05 à 1 mg., a déterminé la mort de tous les lapins, — que les lapins qui avaient reçu 0·05 et 0·10 mg. de substance blanche ont péri après le même laps de temps à peu près que les lapins qui avaient reçu respectivement la même dose de substance grise. Parmi tous ces lapins il n'y avait que le lapin Nr. 6 qui était atteint d'une infection surajoutée; pourtant il avait reçu 1 mg. de substance blanche: c'est pourquoi probablement la mort est arrivée déjà au bout de 12 jours $^1/_2$. Le lapin Nr. 2 qui avait reçu 0·03 mg. de substance grise n'a succombé qu' au bout de 140 jours au milieu des symptômes manifestes de la rage. C'est la confirmation de la conclusion du chapitre XVII de notre travail que des très petites quantités de virus de rues (au-dessous de 0·05 mg.) prolongent la période d'incubation d'une façon considérable. J'ai mentionné ci-dessus que la mort relativement précoce des lapins Nr. 7 et 8, qui n'ont reçu que 0·02 et 0·04 mg. de virus de rues, ne contredit pas cette conclusion, car ces deux lapins étaient malades. On devrait encore étudier d'une façon systématique l'action de ces doses très faibles de virus de rues.

En présence de ce résultat de la première expérience il fallait supposer que dans la rage de rues il n'existe pas de telles différences entre la substance blanche et la substance grise comme dans la rage de laboratoire, ou qu'il n'y en a pas du tout, peut-être. Pour s'en convaincre on a exécuté la deuxième expérience avec

une autre souche de la rage de rues, en essayant des doses plus faibles de substance blanche. Le résultat de cette deuxième expérience a confirmé la première supposition. Nous voyons que les lapins Nr. 10 et 10 *a* qui avaient reçu chacun 0·10 mg. de substance blanche ou grise ont succombé à la rage après un temps plus ou moins égal; tandis que le lapin Nr. 9 qui avait reçu 0·05 mg. de substance grise a péri aussi de la rage, et la lapine Nr. 9 *a* qui avait reçu la même quantité de substance blanche n'a pas péri: même un mois après l'inoculation elle a fait quelques petits, les a élevés, et elle est tout à fait saine aujourd'hui. Des lapins Nr. 7 et 8 nous avons parlé deux fois déjà. J'ajouterai seulement qu'il n'y a pas de doute que le lapin Nr. 7, bien qu'il n'eût reçu que 0·02 mg. de substance grise, a succombé à la rage: car 2 cobayes auxquels on avait inoculé son cerveau ont péri d'une façon typique. Les lésions étendues dans ses poumons, constatées à l'autopsie expliquent seulement, pourquoi il a succombé si tôt: n'eût été cette infection accidentellement surajoutée, ce lapin aurait vécu, à coup sûr, encore quelques mois. Le lapin Nr. 8 *a* qui avait reçu 0·04 mg. de substance blanche a succombé aussi, à vrai dire, mais il n'a pas présenté des symptômes de la rage, et l'autopsie à élucidé la cause de sa mort d'une façon suffisante. Enfin, le lapin Nr. 7 *a* qui avait reçu 0·02 mg. de substance blanche ne présentait pas pendant sa vie des symptômes de la rage et succomba après 62 jour $^1/_2$. A l'autopsie on a constaté des lésions étendues dans son appareil respiratoire.

Ainsi donc, de ces expériences on peut conclure que 0·05 mg. de la substance blanche du cerveau, infecté par le virus de rues, filtrée sur papier filtre ne sont plus une dose mortelle pour les lapins, si on les inocule sous la dure-mère. En revanche la même quantité de substance grise tue encore les lapins; ceux-ci périssent même déjà après une dose de 0·03 mg. (émulsion non filtrée) [lapin Nr. 2] et de 0·04 mg. (émulsion non filtrée) [Table XL, 1] de substance grise. Ainsi donc, il y a une différence quant à la virulence entre la substance blanche et la substance grise dans la rage de rues aussi. Cependant cette différence est beaucoup moins nette que dans le virus fixe. On peut conclure des expériences décrites dans ce chapitre que, si l'animal est infecté avec le virus de rues, la substance grise est seulement deux fois en-

viron plus virulente que la substance blanche. Par contre, en employant le virus fixe, nous avons vu dans les expériences décrites dans les chapitres XI et XII (II-e partie) que la substance grise est plus de 10 fois, même quelques dizaines de fois, plus virulente que la substance blanche. Si nous nous rappelons encore le chapitre XV, où il a été démontré qu'une dose de 0·001 mg de substance grise est déjà mortelle pour les lapins, nous dirons que la substance grise, en ce qui concerne le virus fixe, est quelques centaines de fois même plus virulente que la substance blanche.

## XXI.

## Différences entre le virus fixe et le virus de rues.

Dans le chapitre XVIII de ce travail on a démontré que la différence réelle et principale entre le virus fixe et celui de rues consiste en ce que le virus fixe s'est adapté peu à peu au système nerveux central des mammifères. Je ne veux pas répéter les preuves de cette opinion. On en a parlé déjà dans le chapitre XVIII. Je ne parlerai à présent que de quelques détails qui n'ont pas été encore abordés.

Il paraît que ce renforcement de la virulence du virus fixe doit être rapporté tout spécialement au système nerveux central des mammifères, et non au système nerveux en général. Car pendant l'inoculation du virus fixe dans les divers tissus de l'organisme animal — excepté le système nerveux central — des fibres nerveuses plus ou moins importantes sont lésées sans doute, et malgré cela, comme nous l'avons vu, l'inoculation du virus fixe — en dehors du système nerveux central — est beaucoup moins dangereuse que celle du virus de rues. On a décrit cependant des expériences où l'on avait inoculé le virus fixe dans des troncs nerveux plus ou moins grands et où ces inoculations avaient entraîné la mort déjà après 8 à 10 jours: le virus fixe s'y est montré donc plus virulent que le virus de rues. Des inoculations pareilles ont été faites plus d'une fois par des savants très distingués. Nous ne serions donc pas justifiés, si nous assurions dès à présent que ce renforcement de la virulence du virus fixe ne se rapporte qu'au système nerveux central exclusivement et non au système nerveux en général. Ce problème nécessite encore beaucoup d'expériences.

Dans le chapitre XI de ce travail il a été prouvé que, si l'on

inocule le virus fixe, la substance grise du cerveau est tout au moins 50 fois plus virulente que la substance blanche. En s'appuyant cependant sur les résultats des expériences décrites dans le chapitre XV, on peut dire même que la virulence de la substance grise est environ 100 à 200 fois plus grande que celle de la substance blanche (dans les limites des hémisphères cérébraux).

En ce qui concerne le virus de rues, nous avons vu dans le chapitre XX que la virulence de la substance grise n'est que 2 fois environ plus grande que celle de la substance blanche. Il y apparaît donc une différence quantitative très nette entre le virus fixe et celui de rues.

Ensuite, nous avons vu dans le chapitre XV de notre travail qu'en prenant des précautions y décrites, déjà 0·001 mg de substance grise du cerveau infecté avec le virus fixe devient à coup sûr une dose mortelle pour les lapins et les cobayes. Et l'on voit dans le chapitre XX que 0·01 mg de substance grise du cerveau infecté avec le virus de rues n'est pas encore une dose mortelle. Il paraît même que 0·02 mg de cette substance ne puissent amener la mort des lapins sans une infection surajoutée.

Ici donc aussi se présente une différence quantitative très nette entre le virus fixe et celui de rues.

C'est justement en s'appuyant sur ces deux faits que j'ai exprimé la supposition que la différence fondamentale entre le virus fixe et celui de rues consiste dans l'exaltation de la virulence du virus fixe vis-à-vis du système nerveux central des mammifères et non vis-à-vis du système nerveux en général. En se basant sur ces deux faits, il faudrait même s'avancer plus loin et dire que cette exaltation ne se rapporte pas aux centres nerveux en général, mais seulement à la substance grise de ces centres, et consécutivement *aux cellules nerveuses*. Notre théorie s'exprimerait alors comme suit: *la différence réelle et fondamentale entre le virus fixe et celui de rues consiste dans l'exaltation très forte de la virulence du virus fixe à l'égard des cellules nerveuses et dans l'atténuation simultanée de la virulence du même virus envers tous les autres composants de l'organisme.*

Si nous nous rappelons le mode d'action du virus fixe, inoculé dans le cerveau, en ce qui le distingue du virus de rues, c'est-à-dire la grande différence entre les virulences respectives de la sub-

stance grise et de la substance blanche dans la rage de laboratoire et la rage de rues, ensuite la virulence beaucoup plus grande de la substance grise dans la rage de laboratoire que dans celle de rues, enfin l'action mortelle beaucoup plus rapide du virus fixe que de celui de rues, nécessairement nous serons obligés d'admettre que le virus fixe agit sur les cellules nerveuses d'une manière beaucoup plus énergique que le virus de rues. Mais cette action beaucoup plus énergique ne peut être que la suite de ce que les cellules nerveuses se combinent intimément beaucoup plus facilement avec le virus fixe qu'avec le virus de rues. Si l'on nous permet de nous servir de certaines conceptions et expressions chimiques, il est nécessaire d'admettre que le virus fixe a beaucoup plus d'affinité avec les cellules nerveuses que le virus de rues.

Cette affinité cependant n'existe que pendant la vie des cellules. Dans le cas de leur mort le virus rabique les quitte rapidement et se répand plus ou moins uniformément dans tout le système nerveux central.

Que beaucoup de faits plaident en faveur de notre théorie — comme elle vient d'être formulée — cela a été prouvé par les expériences décrites jusqu'à présent. Car, mettons côte à côte encore une fois dans notre pensée les actions de ces deux variétés du virus rabique. En inoculant le virus de rues dans le cerveau des mammifères, nous déterminons leur mort après un laps de temps deux fois plus long en moyenne qu'en inoculant le virus fixe. C'est-à-dire que le virus de rues agit sur le tissu cérébral d'une manière beaucoup plus faible que le virus fixe. Ensuite, nous avons vu que pour amener la mort des mammifères à la suite des inoculations intracérébrales il faut employer en général des doses de virus de rues tout au moins 10 à 20 fois plus fortes que celles de virus fixe. Ici, on peut donc déjà exprimer tout simplement en nombres cette action plus faible du virus de rues sur le cerveau des animaux. Outre cela, nous avons vu encore que les doses au-dessous de 0·05 mg de substance grise du cerveau infecté avec la rage de rues déterminent la mort, il est vrai, mais après une période d'incubation très longue. Cependant la moindre dose même de substance grise du cerveau infecté avec le virus fixe — qu'elle soit capable seulement d'amener la mort — l'amène plus ou moins dans le même temps que les doses les plus fortes, c'est-à-dire après 7 à 10 jours.

Tout cela prouve que le virus de rues, en agissant sur le cerveau des animaux, a une virulence beaucoup plus faible que le virus fixe.

Ensuite, nous avons vu que la différence de la virulence entre la substance grise et la substance blanche est, sans comparaison, beaucoup plus nette dans le cas du virus fixe que dans celui du virus de rues. C'est-à-dire que le virus fixe a une affinité beaucoup plus prononcée avec la substance grise, donc avec les cellules nerveuses, que le virus de rues. Sans doute cette affinité s'est perfectionnée au suprême degré par l'inoculation systématique du virus dans le cerveau des animaux, par cela donc que ce virus avait systématiquement l'occasion d'agir d'une façon immédiate sur les cellules nerveuses. Toutes les expériences décrites ici ont été exécutées avec la 850-e à la 950-e génération du virus fixe. De l'autre côté, on avait toujours soin de faire attention à ce que l'on n'employât pour les expériences avec le virus de rues que le virus qui n'eût pas une fois passé à travers le système nerveux central.

Cependant, inoculé dans un tissu ou organe quelconque des mammifères, excepté le système nerveux central, le virus fixe agit très faiblement ou même il n'exerce aucune action. Car dans ce cas il est inoculé plus ou moins loin des cellules nerveuses sur lesquelles il puisse agir. En contact avec d'autres tissus de l'organisme le virus fixe subit bientôt une atténuation notable, ou même il est détruit. Cela nous donne une impression, comme si le virus fixe eût acquis cette faculté d'agir sur les cellules nerveuses, faculté perfectionnée au suprême degré, aux dépens de ces propriétés que possède le virus de rues, et qui permettent à celui-ci de vaincre souvent l'action nocive des tissus et des organes de l'organisme et de pénétrer après des semaines ou des mois, jusqu'au système nerveux central.

Il me semble que ce n'est pas un exemple isolé. Dans la nature nous rencontrons souvent ce phénomène que simultanément avec la disparition de certaines propriétés (par ex. des sens) d'autres se perfectionnent, ou, *vice versâ*, que simultanément avec le développement colossal de certaines propriétés d'autres disparaissent.

Ainsi donc, si, d'un côté, nous ne faisons attention qu'au système nerveux central, en considérant la manière d'agir sur celui-ci du virus fixe et de celui de rues, nous arrivons à la conclusion que le virus fixe a la faculté d'agir d'une façon beaucoup plus énergi-

que sur ce système que le virus de rues, qu'ensuite le virus fixe a une affinité beaucoup plus grande avec les cellules nerveuses que le virus de rues. Il est probable que ces deux propriétés du virus fixe sont liées intimément l'une à l'autre: grâce à l'affinité beaucoup plus grande avec les cellules nerveuses ce virus agit sur elles d'une façon beaucoup plus énergique.

De l'autre côté cependant, si nous faisons attention à tout le reste de l'organisme, excepté le système nerveux, en considérant la manière d'être du virus fixe et de celui de rues, nous arrivons à la conclusion que le virus fixe est presque sans défense à l'égard de cet organisme et qu'il succombe bientôt après avoir entré en contact avec un tissu quelconque de cet organisme. Par contre, le virus de rues est doué des propriétés protectrices manifestes à l'égard de ces tissus.

Pour prouver cette proposition on pourrait en donner beaucoup d'exemples. Une partie de ceux-ci a été décrite et discutée dans le chapitre XVIII de ce travail, où dans 2 tableaux j'ai rapporté une série de mes propres expériences. Jusqu'à présent cependant de tous les auteurs qui me sont connus Marx est le seul qui exprime, en partie, cette proposition et presque dans les mêmes termes: „Dies Verhalten kann nur dadurch erklärt werden, daß das fixe Virus den normalen keimvernichtenden Kräften des lebenden Organismus unter gleichen Bedingungen leichter erliegt, als das der Straße" [1]).

Outre les expériences décrites et discutées dans le chapitre XVIII et outre les expériences assez nombreuses des autres auteurs, que je ne mentionne pas ici, je ne connais jusqu'à présent que les expériences de Remlinger où l'auteur a réussi de démontrer en quelque sorte *ad oculos* l'impuissance presque étonnante du virus fixe mis en contact avec quelques-uns des tissus de l'organisme. Je parle du travail de cet auteur „Sur la destruction du virus rabique dans la cavité péritonéale" [2]). Je ne connais que l'analyse de ce travail [3]), et l'on n'y parle guère, si les expériences de Remlinger ont été exécutées avec le virus fixe ou celui de rues. C'est encore un nouvel exemple que jusqu'à présent on regarde ces

[1]) „Lyssaimmunität" in Handbuch der Mikroorgan. de Kolle et Wassermann (chapitre „Straßenvirus und Virus fixe").

[2]) C. R. Société Biol., t. LIX du 23 déc. 1905.

[3]) Bulletin de l'Institut Pasteur, IV, 1906, p. 221.

deux virus comme identiques presque. J'écrivis donc à M. Remlinger, en lui posant cette question, et voici ce qu'il a bien voulu m'y répondre: „Toutes mes expériences sans exception ont été faites avec du virus fixe. Aucune n'a été faite avec du virus de rue. Le virus fixe en émulsion épaisse était mis dans des sacs de viscose et ceux-ci enfermés dans le péritoine. Au bout de quelques heures l'émulsion avait perdu tout pouvoir pathogène pour le lapin par trépanation. Des cerveaux entiers de lapins mis dans le péritoine subissent rapidement le même sort". Il est impossible d'ajouter quelque chose à cette description. car chaque mot de plus affaiblirait seulement l'impression qu'elle produit. Il n'est pas possible de douter de l'exactitude de ces expériences. La preuve s'en trouve dans les expériences analogues de Marx qui nous a appris à immuniser les lapins au moyen de l'inoculation dans le péritoine en une fois des quantités considérables de virus fixe.

Autant que je sais, personne n'a fait jusqu'à présent des expériences avec le virus de rues, parallèles à celles de Remlinger. En revanche, on a fait des expériences avec le virus de rues parallèlement à celles de Marx, c'est-à-dire que l'on injectait dans le péritoine des quantités considérables de virus de rues et on déterminait alors toujours la mort de l'animal inoculé. Quelques expériences pareilles ont été rapportées dans la Table XLII de ce travail. Des grandes quantités de virus de rues inoculées dans le péritoine amèneront toujours la mort de l'animal. En s'appuyant sur ce fait, il est permis — il me semble — de conclure que le virus de rues n'est pas détruit dans le péritoine des animaux, même après un long espace de temps, mais qu'au contraire, dans sa lutte avec ce tissu, il prend le dessus au bout de certain temps, dont la preuve gît dans l'infection mortelle de l'animal inoculé.

En s'appuyant donc sur ces expériences, il est nécessaire d'admettre que le virus de rues a certaines propriétés qui manquent au virus fixe, ou bien, qui ont dégénéré chez le virus fixe d'une façon notable.

Allons plus loin.

Dans les expériences décrites dans le chapitre XVIII nous avons vu qu'en faisant des inoculations dans des divers tissus de l'organisme, la quantité de virus fixe ne joue presque aucun rôle, tandis que l'action du virus de rue dépend presque toujours de la quantité de ce der-

nier. Dans les chapitres XVII et XIX nous avons vue que cette loi se rapporte aussi au système nerveux central. Réfléchissons un peu sur ce fait, d'abord par rapport aux divers tissus indifférents[1]) de l'organisme et ensuite par rapport au système nerveux central.

Si nous inoculons une petite quantité de virus de rues (maximum 10 mg de substance grise des hémisphères cérébraux; dans les muscles encore beaucoup moins!) dans un tissu quelconque de l'organisme, le système nerveux central excepté, nous n'obtiendrons aucun résultat, ou bien la rage n'apparaîtra qu'au bout d'un très long espace de temps. On connaît bien, par ex., les expériences de Konrádi sur l'inoculation d'une très petite quantité de virus rabique dans la peau de plusieurs lapins. Ils n'ont péri de la rage que 186 à 570 jours après l'inoculation[2]). Konrádi ne dit pas clairement s'il avait inoculé à ces lapins le virus fixe ou le virus de rues. Je lui ai donc écrit et il voulut me répondre que ces inoculations aux lapins avaient été exécutées avec le suc de la parotide de 2 chiens inoculés sous la peau et d'un chien inoculé sous la dure-mère. Ces chiens avaient été inoculés: l'un avec la XXI-e génération et 2 avec la XXV-e génération du virus rabique provenant d'un homme et de 2 chiens morts de la rage de rues. Il est évident que 21 ou 25 générations inoculées sous la dure-mère ne sont pas suffisantes pour transformer le virus de rues en virus fixe. Car même si ses propriétés actives acquéraient un haut degré de perfection (par ex. chez des jeunes lapins, d'après Högyes), ses propriétés passives seraient sûrement trop peu changées[3]). Il me semble qu'il n'est pas possible de parler du virus fixe avant la 200-e génération au moins. Konrádi donc a fait ses expériences avec un virus de transition qui cependant se rapprochait beaucoup plus du virus de rues que du virus fixe.

[1]) Pour abréger, je vais appeler indifférents tous les tissus et les organes de l'organisme, à l'exception du tissu nerveux. Il est évident que ces tissus ne sont nullement indifférents pour les virus rabiques, mais exercent sur ceux-ci une action plus ou moins nocive. On pourrait dire plutôt que le virus rabique se comporte à l'égard de ces tissus d'une façon indifférente, car il n'agit que sur le système nerveux et, probablement, sur les glandes salivaires.

[2]) Voir Konrádi: Beitrag z. Kenntniß d. Symptome u. Prophylaxe d. experimentellen Lyssa". C. B. O. 1903, p. 389; „Weitere Untersuchungen zur Kenntniß d. Symptome u. Prophylaxe d. experimentellen Lyssa" C. B. O. 1905, p. 194.

[3]) Nous en parlerons bientôt.

Si cependant, dans les mêmes tissus indifférents, nous inoculons des grandes quantités de virus de rues (minimum, peut-être, 100 mg de substance grise), la mort arrivera toujours et dans un temps beaucoup plus court qu'après l'inoculation des doses faibles. Je pense que l'inoculation des doses fortes de virus de rues dans des tissus indifférents de l'organisme déterminera toujours la mort avec une certitude absolue, si la dose inoculée est suffisamment forte, et si nous employons un virus virulent, ce qui doit être vérifié au moyen d'une inoculation sous-dure-mérienne.

Essayons d'examiner ce phénomène d'une façon détaillée. On peut dire qu'il est très général et se rencontre presque chez tous les virus que nous connaissons. Car presque tous les virus, inoculés en petites quantités sont souvent inoffensifs, tandis qu'ils déterminent l'infection, inoculés en grandes quantités. Ce phénomène n'est pas en opposition avec l'opinion que nous avons admise plus haut et que Marx aussi avait exprimée en partie. Énonçons maintenant cette opinion en entier, dans la forme dans laquelle elle se me présente: les virus rabiques ont sans doute certaines propriétés passives, c'est-à-dire protectrices, et actives, c'est-à-dire offensives, envers les tissus de l'organisme. Si donc nous inoculons à un animal une petite quantité de virus de rues, ses propriétés passives, c'est-à-dire protectrices, ne suffiront pas pour protéger ce virus contre les influences nocives de l'organisme, et ses propriétés actives ne pourront agir, car il se trouve plus ou moins loin des cellules nerveuses. Par conséquent, après un temps plus ou moins long peut s'ensuivre une destruction complète du virus introduit et son élimination de l'organisme.

Par contre, si nous introduisons dans l'organisme une grande quantité du même virus, ses propriétés passives le protégeront dans sa lutte contre l'organisme jusqu'au moment où ses propriétés actives pourront agir, une fois le virus pénétré dans le système nerveux central.

Et qu'est-ce qu'il se passe, si nous introduisons le virus fixe dans les organes ou les tissus indifférents de l'organisme? Comme nous avons vu dans le chapitre XVIII, que nous y introduisions une très grande ou une très petite quantité de ce virus, le résultat sera le même. Or, en y admettant aussi — comme nous venons de le faire ci-dessus — les propriétés passives et actives, nous dirons

que les propriétés passives, protectrices, du virus fixe sont considérablement amoindries, ou même complètement détruites. Ce virus possède, à vrai dire, les propriétés actives, offensives, perfectionnées au suprême degré, mais, introduit dans les tissus indifférents, il ne peut en faire usage. De l'autre côté, le défaut, ou l'affaiblissement considérable, de ses propriétés passives laisse ce virus sans défense contre l'action des humeurs et des tissus de l'organisme. C'est pourquoi — que nous introduisions peu ou beaucoup de virus fixe dans les tissus indifférents — le résultat sera le même. C'est justement ce fait qui semble plaider en faveur de ce que ces propriétés protectrices, ou passives, du virus fixe sont disparues tout à fait. Car, si elles n'étaient pas disparues complètement, on devrait supposer qu'en augmentant toujours la quantité d'émulsion à inoculer, nous atteignions finalement une telle dose que ses propriétés protectrices, ou passives, soient suffisantes pour protéger le virus introduit jusqu'à ce que ce virus, après avoir pénétré dans les centres nerveux, puisse enfin faire usage de ses propriétés actives, ou offensives, énormément perfectionnées.

Il est évident que divers tissus indifférents de l'organisme ne se comportent pas de la même façon à l'égard du virus fixe. Les uns le détruisent plus lentement, les autres plus rapidement. Ainsi par ex., il résulterait des expériences de Kraïouchkine que le virus fixe introduit dans le tissu sous-cutané s'y maintient pendant longtemps inaltéré [1]).

En revanche, les expériences de Remlinger démontrent qu'après l'introduction du virus fixe dans la cavité péritonéale la destruction complète de ce virus arrive très rapidement.

Je dois rappeler que les expériences de ces deux auteurs s'accordent parfaitement avec mes expériences, décrites dans le chapitre XVIII. Nous y avons vu que les lapins avaient supporté très bien l'inoculation du virus fixe dans la cavité péritonéale et dans les muscles (voir aussi les expériences de Marx), tandis que les inoculations du même virus dans la peau ou sous la peau n'avaient

[1]) W. Kraïouchkine: „Sur l'effet des injections sous-cutanées du virus fixe de la rage" (Arch. des Scienc. Biolog., t. 5, p. 261). Je ne connais que l'analyse de ce travail faite par v. Rátz in „Jahresberichte" de Baumgarten, 1897, p. 828: „Die Rückenmarksteilchen der an Virus fixe verendeten Kaninchen behalten ihre Virulenz unter der Haut von Kaninchen und Hunden bis zur Resorption".

pas été indifférentes pour les lapins. Probablement, le tissu musculaire et le péritoine agissent sur le virus fixe d'une manière très énergique et le détruisent complètement. L'action de ces composants de l'organisme produit décidément une telle impression, comme si les propriétés passives du virus fixe étaient complètement disparues. Par contre, la peau et le tissu sous-cutané n'agissent pas d'une manière si énergique. Par conséquent, ce virus inoculé dans la peau ou sous la peau parvient à la fin au système nerveux central, mais avec ses propriétés actives (offensives) très amoindries déjà. Il en résulterait cependant que toutes les propriétés passives du virus fixe ne seraient pas disparues d'une façon complète. De ce fait que, dans le cas des inoculations dans la peau et sous la peau, la quantité de virus fixe ne joue aucun rôle dans le résultat définitif on pourrait conclure que la peau et le tissu sous-cutané n'agissent pas en général sur quelques-unes des propriétés passives du virus fixe, qu'ils sont impuissants à l'égard de celles-ci.

Jusqu'à présent j'ai tâché d'analyser la différence entre l'action du virus de rues et celle du virus fixe sur les tissus indifférents de l'organisme. Réfléchissons maintenant sur la différence entre les manières d'agir de ces deux virus sur le système nerveux central.

Dans le chapitre XVII nous avons vu que la quantité de virus de rues exerce une influence sur le résultat de l'expérience. Des grandes quantités de virus de rues amènent l'accès de la maladie et la mort des lapins souvent beaucoup plus tôt que des faibles ou très faibles doses. Malheureusement les expériences décrites dans le chapitre XVII étaient faites souvent avec des matériaux qui n'étaient pas frais. Les résultats auraient été pour sûr plus nets, s'il avait été possible d'employer des matériaux toujours frais.

Ce phénomène de l'action plus nocive des doses plus fortes que des faibles était décrit déjà lorsque nous discutions l'action du virus de rues sur les tissus indifférents. Il y a cependant une différence notable entre la manière d'agir du virus de rues sur les tissus indifférents et sur le tissu cérébral. Là, c'étaient surtout les propriétés passives du virus de rues qui entraient en jeu, c'étaient elles qui le protégeaient contre l'action nocive des tissus indifférents de l'organisme. Ici, les propriétés passives, protectrices, de ce virus ne jouent probablement qu'un rôle très insignifiant; ici, au premier plan s'avancent-elles les propriétés actives ou offensives du virus de rues. Il est clair que, si la quantité d'émulsion est

grande, ces propriétés actives exerceront plus tôt son influence nocive sur les cellules nerveuses que lorsqu'il n'y en a que très peu.

Passons à présent au virus fixe. Nous avons vu dans le chapitre XIX que la quantité d'émulsion ne joue presque aucun rôle dans l'action immédiate du virus fixe sur le tissu cérébral. Une quantité 10000 fois plus grande était presque sans importance. Ici aussi évidemment les propriétés actives du virus fixe jouent le rôle principal, l'amoindrissement notable des propriétés passives de ce virus est sans importance, car dans le cerveau peuvent agir immédiatement les propriétés actives, ou offensives. La preuve que ces propriétés actives sont parvenues au suprême degré de la perfection consiste en ce que la quantité de virus ne joue aucun rôle dans son action. Si l'on pouvait réussir à abréger la période d'incubation de la maladie et à accélérer l'issue mortelle, comme dans le cas du virus de rues, par gradation des doses, cela signifierait que ce virus puisse agir d'une manière encore plus énergique. Cependant dans le cas du virus fixe, même en introduisant dans le cerveau les doses de celui-ci les plus grandes possibles, on ne peut parvenir à abréger la période d'incubation ni à accélérer la mort des animaux. C'est-à-dire que le virus fixe ne peut agir en général d'une façon plus énergique, qu'il est parvenu déjà au suprême degré de la virulence.

Il faut encore prendre en considération un autre fait non moins intéressant. Dans les expériences décrites dans le chapitre XV on a rapporté dans les tables beaucoup de cas où l'inoculation dans le cerveau des lapins ou des cobayes d'une quantité très petite de virus fixe (par ex. 0·001 mg ou même 0·0002 mg de substance grise) entraînait la mort des animaux au bout de 7 à 10 jours. De l'autre côté, dans d'autres cas l'inoculation d'une quantité un peu plus petite ou bien de la même quantité de substance grise n'amenait pas la mort de ces animaux. Il n'existe donc pas de passage lent et graduel de l'action habituelle du virus fixe jusqu'à la cessation de toute action, par les périodes d'incubation de plus en plus longues, comme on peut l'observer dans le cas du virus de rues inoculé en très petites quantités (au-dessous de 0·05 mg de substance grise). Je suis obligé de déclarer nettement ici que je n'observais que d'une façon exceptionnelle les périodes d'incubation prolongées (jusqu'à une quinzaine de jours, par ex.) chez les lapins ou les cobayes inoculés avec le virus fixe provenant de la substance grise du cerveau

diluée jusqu'à quelques centaines de mille de fois (v. les tables concernant les expériences précédentes). J'observais cependant les périodes d'incubation prolongées de cette façon, même avec le virus fixe, si pour préparer l'émulsion on avait employé la moelle. Même toutes les expériences décrites dans ce travail ont pris leur origine en ce que cette prolongation de la période d'incubation avait attiré mon attention (v. les chapitres I et II dans la première partie de ce travail). Je ne tâcherai pas ici d'expliquer pourquoi le virus fixe de la moelle peut tuer les animaux beaucoup plus tard que le virus fixe de la substance grise des hémisphères cérébraux, même le plus dilué. Je n'ai voulu ici qu'attirer l'attention sur ce fait que, si nous employons le virus fixe de la substance grise du cerveau, il n'y a aucun passage de l'action habituelle à l'inaction complète. Ce fait me donne l'impression, comme si, pour déterminer l'infection mortelle chez les lapins et les cobayes inoculés sous la duremère, la présence d'un seul individu du virus fixe était suffisante. Si nous introduisons cet individu unique dans le cerveau de l'animal, la maladie va se développer d'une façon typique et la mort arrivera. Si dans la quantité donnée d'émulsion ne se trouve pas un individu spécifique, dans ce cas cette émulsion sera tout à fait indifférente pour l'organisme animal. C'est qui prouverait que cette exaltation de la virulence du virus fixe aurait atteint les dernières limites: un seul individu, dans son action, ne différerait de 10.000 et même de 100.000 individus semblables. Il est évident que je ne me propose nullement d'affirmer avec certitude qu'il se passe en réalité de cette façon, que déjà un seul individu du virus fixe soit suffisant pour déterminer l'infection, ou que la cause de la non existence du passage de l'action typique à la cessation de toute action consiste en ce que dans le premier cas il y a un individu du virus au moins et dans le second — il n'y a pas du tout de virus. Mais tout le monde doit avouer que cette supposition est licite, si l'on se rappelle les dilutions énormes qui ont été employées dans les expériences du chapitre XV. On y a employé les dilutions de 100.000 et même de 500.000 fois qui parfois déterminaient l'infection typique et d'autres fois étaient inoffensives. Ce qui veut dire que, par ex., 10 mg de substance grise du cerveau étaient dilués dans 1 à 5 litres d'eau stérilisée et que de ces solutions n'était inoculé jamais plus que 0·1 cc, c'est-à-dire 2 gouttes. Tout le monde, je crois, va avouer que dans une quantité pareille d'émulsion telle-

ment diluée n'a pu se trouver beaucoup de virus: peut-être il y en avait quelques individus, peut-être — un seul. Il pouvait bien arriver que dans d'autres 2 gouttes d'une émulsion tellement diluée il n'y avait pas un seul individu, c'est pourquoi cette autre inoculation était complètement indifférente pour l'animal. Évidemment, tout cela ne se rapporte qu'aux lapins et aux cobayes; chez les chiens, des quantités au moins 10 fois plus grandes ne déterminent, paraît-il, aucun changement (Table XXXIII).

Ainsi donc, dans nos réflexions sur l'action du virus rabique nous avons admis que sa manière d'agir dans l'organisme infecté est la suite de certaines propriétés passives, ou protectrices, et actives, ou offensives de ce virus. Les propriétés passives de ce virus servent à le protéger contre l'action des influences extérieures en général, contre l'action donc aussi des tissus et des humeurs de l'organisme animal. Dans leur nombre on pourrait mettre la propriété de former les spores, par ex., ou les formes résistantes.

Les propriétés actives du virus rabique exercent une influence nocive sur le système nerveux, ou plutôt sur les cellules nerveuses des mammifères, si le virus parvient jusqu'à elles. Dans leur nombre on pourrait mettre la propriété de produire, par ex., une toxine meurtrière pour les cellules nerveuses. La différence entre le virus fixe et celui de rues consisterait en ce que le virus de rues a ses propriétés passives et actives développées et exercées d'une façon plus ou moins uniforme, tandis que le virus fixe a les propriétés actives perfectionnées au suprême degré, mais, en revanche, ses propriétés passives sont extrêmement affaiblies. Par conséquent, le virus de rues est très dangereux pour l'organisme animal, quelle que soit la porte d'entrée par où il a pénétré dans cet organisme. Car ses propriétés passives le protègent souvent contre l'influence nocive de l'organisme jusqu'au moment où il pénètre dans le système nerveux central, où, à leur tour, ses propriétés actives puissent agir sur les cellules nerveuses.

Par contre, le virus fixe n'est pas dangereux en général, s'il pénètre dans les organes ou les tissus indifférents de l'organisme. Car l'amoindrissement énorme de ses propriétés passives le laisse presque sans défense contre l'action des humeurs et des tissus de l'organisme. Si cependant ce virus pénètre dans le système nerveux central, il est alors beaucoup plus terrible que le virus de rues, car

alors peuvent agir immédiatement ses propriétés actives, ou offensives, extrêmement perfectionnées.

Jusqu'à présent, une question est restée sans réponse, question posée par tous les savants, je crois, qui s'occupaient d'études sur la rage: en quoi consiste-t-elle, lorsqu'on pratique l'inoculation sous la dure-mère, l'action plus forte du virus fixe que du virus de rues? Consiste-t-elle dans la multiplication plus rapide du virus fixe, ou bien dans la sécrétion par celui-ci d'une toxine plus active? Il n'y a pas encore de réponse à ces questions. Et des expériences décrites plus haut on ne peut aussi conclure, si le virus fixe se multiplie plus rapidement, ou s'il produit une toxine plus active. Mais elles ont attiré l'attention sur une troisième éventualité: elles ont notamment démontré que le virus fixe a une affinité avec les cellules nerveuses environ 50 à 100 fois plus forte que le virus de rues. Et sans doute c'est, si non la seule, en tout cas une des causes de l'action plus énergique du virus fixe après l'inoculation sous la dure-mère. A cause de l'affinité beaucoup plus grande avec les cellules nerveuses le virus fixe peut beaucoup plus vite exercer son action pernicieuse sur l'organisme que le virus de rues, quand même la toxine supposée, produite par le virus fixe, ne serait plus forte que celle du virus de rues. Ainsi donc il me semble que les expériences décrites plus haut nous donnent la réponse, si non complète, du moins partielle à cette question importante qui a été posée dès les temps de Pasteur.

Essayons de présenter dans un tableau synoptique les différences entre le virus fixe et le virus de rues.

Voir Table XLVI, p. 670 - 671.

Ainsi donc, le virus de rues nous présente un type parfait, développé dans tous les sens d'une façon plus ou moins normale, ayant toutes les propriétés plus ou moins équilibrées; tandis que le virus fixe nous présente un type imparfait et déséquilibré considérablement. Ce perfectionnement énorme de ses propriétés actives et l'affaiblissement extrême des passives, en autres mots, sa faculté formidable de détruire le tissu nerveux et l'impuissance énorme à l'égard des autres tissus, nous donne décidément une impression de quelque chose de pathologique, et même, dirais-je, de quelque chose de monstrueux.

Pour comprendre ces propriétés du virus fixe nous avons admis

TABLE XLVI.

Différences entre le virus de rues et le virus fixe.

| Le virus de rues est doué: | Le virus fixe est doué: |
|---|---|
| 1. Des propriétés actives, ou offensives, développées plus ou moins normalement, | 1. Des propriétés actives, ou offensives, développées au suprême degré de la perfection, |
| par conséquent: | par conséquent: |
| *a*) inoculé sous la dure-mère il n'amène la mort des mammifères qu'au bout de 15 à 20 jours en moyenne; | *a*) inoculé sous la dure-mère il amène la mort des mammifères déjà au bout de 7 à 10 jours en moyenne; |
| *b*) la rapidité de son action après l'inoculation sous la dure-mère dépend de la dose; | *b*) la rapidité de son action après l'inoculation sous la dure-mère est indépendante de la dose; |
| *c*) son affinité avec les cellules nerveuses est plus ou moins normale, que l'on pourrait désigner avec le nombre 2, d'où il résulte que | *c*) son affinité avec les cellules nerveuses est énormément développée, que l'on pourrait désigner avec le nombre 100 à 200, d'où il résulte que |
| *d*) la différence entre les virulences respectives de la substance blanche et de la substance grise du cerveau pendant la vie de l'organisme et immédiatement après sa mort n'est pas grande aussi (2 fois); | *d*) la différence entre les virulences respectives de la substance blanche et de la substance grise du cerveau pendant la vie de l'organisme et immédiatement après sa mort est très grande aussi (100 à 200 fois); |
| *e*) la dose mortelle minima de ce virus inoculé dans le cerveau est environ 0·02 à 0·04 mg de substance grise des hémisphères cérébraux. | *e*) la dose mortelle minima de ce virus inoculé dans le cerveau est environ 0·0002 à 0·001 mg de substance grise des hémisphères cérébraux. |
| 2. Des propriétés passives, ou protectrices, développées plus ou moins normalement, | 2. Des propriétés passives, ou protectrices, amoindries considérablement, ou peut-être même détruites partiellement, |
| par conséquent: | par conséquent: |
| *a*) inoculé dans un tissu indifférent quelconque de l'organisme des mammifères il peut devenir très dangereux pour cet organisme; | *a*) inoculé dans un tissu indifférent quelconque de l'organisme des mammifères il est beaucoup moins dangereux et souvent même tout à fait indifférent pour cet organisme; |
| *b*) le danger qui menace l'organisme après l'inoculation de ce virus dans des tissus indifférents dépend de la dose; | *b*) le danger qui menace l'organisme après l'inoculation de ce virus dans des tissus indifférents est indépendant de la dose; |

| (virus de rues) | (virus fixe) |
|---|---|
| *c*) même les doses minimes de ce virus inoculées dans des tissus indifférents peuvent devenir dangereuses pour l'organisme (voir, par ex., les expériences de Konrádi); | *c*) les doses minimes de ce virus inoculées dans des tissus indifférents sont sans action sur l'organisme (par ex., les doses jusqu'à 1 mg de substance grise des hémisphères cérébraux inoculées sous la peau); |
| *d*) inoculé dans un tissu indifférent quelconque des animaux sains (le sang excepté, peut-être) en doses fortes (à partir de 200 mg de substance grise) il détermine une infection mortelle avec une certitude absolue. | *d*) inoculé même en quantités colossales dans un tissu indifférent quelconque des animaux sains il reste inoffensif (les muscles, le péritoine), ou bien il n'exerce qu'une action non typique et retardée la peau), par contre, il immunise souvent l'animal ainsi inoculé (Marx, Remlinger). |

plus haut cette éventualité que, grâce à ce qu'il acquérait dans toute la série de générations une énergie de plus en plus grande dans son action sur le système nerveux, le virus fixe perdait peu à peu ses propriétés passives à l'égard des tissus dits indifférents. Il faut déclarer ici nettement que, quoique ce développement énorme de certaines fonctions de ce virus doive entraîner probablement l'amoindrissement plus ou moins manifeste d'autres fonctions, ce n'est pas la seule explication des faits observés chez le virus fixe. Car grâce à ce que le virus rabique était introduit dans une longue suite de générations exclusivement sous la dure-mère des animaux, ce virus pouvait agir immédiatement au moyen de ses propriétés actives sur les cellules nerveuses. Par conséquent, il se servait sans interruption et sans cesse de ses propriétés actives et, grâce à cet exercice continu, les a perfectionnées d'une façon inouïe. En revanche, ses propriétés passives lui étaient presque inutiles, car, grâce à son inoculation toujours dans le cerveau, ses propriétés actives pouvaient agir immédiatement. Par conséquent, les propriétés passives pouvaient disparaître peu à peu par défaut d'usage pendant des centaines de générations. Ainsi donc cet affaiblissement énorme des propriétés passives du virus fixe peut être expliqué aussi par défaut d'usage. Il est probable que ces propriétés ne sont pas complètement disparues, mais seu-

lement affaiblies énormément. Car il est impossible d'admettre que l'organisme animal ne se défende guère après l'inoculation du virus rabique dans le cerveau. Il est probable que l'organisme s'efforce de détruire ici aussi ce virus, mais ses moyens pour le faire doivent être très insuffisants (chez la plupart des mammifères tout au moins; ils seraient plus efficaces, peut-être, chez les chiens et chez les singes). C'est pourquoi, probablement, les propriétés passives du virus fixe s'y sont maintenues à un degré insignifiant. Ce sont ces propriétés peut-être, qui pendant longtemps protègent à un certain degré la virulence du virus fixe et le font souvent dangereux, lorsqu'on l'inocule dans la peau ou sous la peau.

Il faudrait réfléchir encore sur un fait très important. Dans les études qui ont été faites jusqu'à présent sur l'immunité on ne considérait — autant que je sais — que presque exclusivement l'organisme infecté. On étudie quelles sont les causes et les forces dans les tissus et les humeurs de l'organisme qui déterminent une fois le retour à la santé, une autre fois la mort de cet organisme dans sa lutte contre les microorganismes. La théorie de Metchnikoff de même que celle d'Ehrlich s'occupent presque exclusivement de l'organisme infecté.

Et cependant dans ces études sur la rage un autre facteur très important de l'infection nous force à le prendre en considération. Ce sont les microorganismes pathogènes. Le virus de rues de même que le virus fixe sont des virus rabiques. Tout le monde est d'accord sur ce point. Nous voyons cependant que, quel que soit l'état de l'organisme infecté, le virus de rues, une fois introduit dans un tissu indifférent quelconque de cet organisme, est très dangereux pour lui et même, introduit en grande quantité, devient pour l'organisme absolument pernicieux; tandis que le virus fixe, introduit dans des tissus indifférents, est presque inoffensif et, s'il y est introduit en très grande quantité, détermine souvent l'immunisation de cet organisme. Ainsi donc le virus rabique devient la cause soit de la mort soit du rétablissement de l'organisme, ce qui dépend des changements qu'il a subis lui-même, sans égard à la manière dont se comporte l'organisme infecté.

Aussi il me semble que l'immunité n'a été envisagée jusqu'à présent que d'un seul côté trop exclusivement, que l'issue de l'infection ne dépend pas toujours de l'état de l'organisme seulement,

mais aussi très souvent de l'état des virus quel que soit l'organisme infecté.

Dans ces dernières années les savants commencent peu à peu à prendre en considération cet autre facteur important de l'infection, c'est-à-dire l'état des virus. Autant que je sais, nous en avons les indices évidents dans les études sur l'infection typhique (Eisenberg, Stern, et d'autres). Il faut aussi mentionner la théorie des agressines de Bail.

Je dois noter, en finissant, que pour faire comprendre plus facilement ces propriétés si différentes du virus de rues et du virus fixe il m'a semblé le plus simple d'admettre dans le virus rabique l'existence des propriétés actives et passives. Je ne considère pas cependant cette explication comme achevée: je sens très bien moi-même quelques-uns de ses défauts. Je sens avant tout qu'il faut encore beaucoup d'expériences pour pouvoir élucider plusieurs questions obscures.

Je ne peux cependant me contenir de faire une remarque encore. Mes expériences se rapportent exclusivement à la rage, mais la pensée se tourne malgré elle vers d'autres virus aussi. Et il s'y présente une analogie très curieuse. Revenons de nouveau à Pasteur. On sait qu'un des premiers il a obtenu le vaccin contre le charbon. Il a cultivé pendant longtemps les bactéridies charbonneuses à la température de 42° C. et a obtenu de cette manière une race asporogène qui s'est montrée un bon vaccin contre le charbon. Or, les spores, ou les formes résistantes, sont sans doute des représentants typiques des propriétés passives ou protectrices des virus. Ainsi donc les bactéridies charbonneuses, cultivées à 42° C., ont perdu quelques-unes de leurs propriétés passives, de même que le virus rabique cultivé exclusivement dans le système nerveux central les a perdu aussi. En même temps, les unes et l'autre sont devenus des bons vaccins.

C'est, d'après moi, une analogie très curieuse. On se demande, malgré lui, est-ce que ce n'est pas une règle générale? Est-ce que l'obtention des vaccins en général ne consiste pas dans un affaiblissement notable des propriétés passives des virus donnés et dans la conservation des propriétés actives? Le mécanisme intime de l'immunisation en serait un peu élucidé.

## XXII.

### Mouvements propres du virus rabique.

Je vais rappeler ici les expériences décrites dans le chapitre XVI de ce travail. Nous y avons vu que le virus de la rage de laboratoire passe d'un cerveau infecté dans un cerveau sain en dehors de l'organisme animal dans l'obscurité et à la température de la chambre, mais seulement lorsque les deux cerveaux, mis en contact, sont placés dans l'atmosphère d'hydrogène. Si ces cerveaux sont laissés à l'air libre, on ne peut constater la présence du virus rabique dans le cerveau sain. Dans le même chapitre il a été démontré que le virus rabique passe aussi du cerveau infecté dans l'eau distillée. En s'appuyant sur ces expériences, j'ai posé alors la question, si le virus rabique n'est pas un microorganisme anaérobie, en supposant que la présence de l'oxygène soit si pernicieuse pour lui qu'elle rende impossible le passage de ce virus dans un cerveau sain, tandis que l'absence de l'oxygène ne l'empêche pas.

Cette question a été laissée sans réponse. Plus tard, en s'appuyant sur les mêmes expériences, M. le prof. M. Siedlecki dans un entretien particulier a exprimé l'opinion que le virus rabique peut être au contraire un aérobie strict. Il est possible notamment que, si les deux cerveaux (infecté et sain) sont entourés de l'air atmosphérique, dans le cerveau infecté il se trouve assez d'air nécessaire à la vie de ce virus; c'est pourquoi il reste dans le cerveau infecté. Si cependant les deux cerveaux sont placés dans l'atmosphère d'hydrogène, la réserve d'oxygène qui se trouve dans le cerveau infecté va s'épuiser bientôt: alors le virus, en recherchant l'oxygène, passe dans le cerveau sain. La même hypothèse peut expliquer aussi le passage du virus rabique du cerveau infecté dans l'eau distillée.

Ainsi donc, le même phénomène peut être expliqué à l'aide de deux opinions diamétralement opposées. Quoi qu'il en soit cependant en réalité, de ces expériences il résulte indubitablement tout au moins ce qui suit. Notamment, si le virus rabique, dans le cas où les cerveaux sont laissés à l'air libre, ne passe pas d'un cerveau dans l'autre, mais ce passage s'effectue dans le cas où les cerveaux sont enfermés dans l'atmosphère d'hydrogène, il est impossible d'admettre qu'il s'agisse ici de diffusion ou d'osmose, car ces phénomènes physiques ne dépendent pas de l'absence ou de la présence de

l'air. Nécessairement la suppositon se présente que dans ces conditions le virus lui-même passe, ou bien ne passe pas, d'un substratum dans l'autre sans égard à la diffusion ou à l'osmose. Il en résulte la nécessité d'admettre l'existence des mouvements propres chez le virus rabique. Les expériences que nous avons décrites ont été faites avec le virus fixe exclusivement. Il n'est pas douteux que l'existence des mouvements propres chez ce virus contribue à nous rendre plus facile la compréhension de son passage d'une cellule nerveuse à une autre dans le cerveau de l'animal. Mais les mouvements propres une fois démontrés chez le virus fixe, nous sommes obligés absolument de les admettre aussi chez le virus de rues. Car nous n'ignorons pas que le virus de rues, pour passer du point mordu au cerveau, suit la voie des troncs nerveux et rarement seulement la voie des vaisseaux sanguins et lymphatiques. S'il suit surtout des nerfs, pour comprendre ce passage il est presque nécessaire d'admettre l'existence des mouvements propres chez ce virus. Il paraît même bizarre que, tout en connaissant le passage du virus rabique par la voie des nerfs, on n'admettait pas en même temps que ce virus possède probablement et les mouvements propres.

A son tour la question se présenterait, dans quelle catégorie des propriétés du virus il faut ranger ces mouvements propres, suivant l'hypothèse émise dans le chapitre précédent. Il est bien difficile à supposer que les mouvements propres du virus rabique lui servent de moyen de défense contre les influences nocives de l'organisme; s'ils peuvent servir à cela, ce n'est, je crois, que dans une mesure très limitée. Par contre, il est bien aisé à s'imaginer que ces mouvements propres doivent avoir une importance sérieuse pour l'action nocive de ce virus sur les cellules nerveuses. Pour sûr ils facilitent beaucoup à ce virus la pénétration dans les cellules nerveuses et le passage d'une cellule à une autre. Ils ont donc les caractères manifestes des propriétés actives ou offensives. Il n'est pas douteux qu'ils font partie de ces propriétés. Ainsi donc, ils sont, probablement, beaucoup plus développés chez le virus fixe que chez le virus de rues. Cependant cette migration depuis des points éloignés de l'organisme jusqu'au cerveau — comme il se passe toujours chez le virus de rues — devrait nécessiter à coup sûr des mouvements propres beaucoup mieux développés, que le passage d'une cellule nerveuse à une autre, comme il se passe probablement chez le virus

fixe qui est inoculé toujours directement dans le cerveau. Le virus fixe donc n'a pas besoin de cheminer le long des nerfs pour attendre le cerveau, comme le virus de rues Mais il ne s'ensuit pas du tout que ces mouvements soient mieux développées en réalité chez le virus de rues que chez le virus fixe. Je vais rappeler ici, par ex., les expériences de quelques auteurs que nous avons déjà mentionnées dans le chapitre XXI (Pasteur, di Vestea et Zagari), et où le virus fixe avait été inoculé dans des divers troncs nerveux. Or, souvent dans ces expériences les animaux périssaient de la rage déjà au bout de 8 à 10 jours, ce qui n'arrivait pas après l'inoculation du virus de rues dans des troncs nerveux. Ces expériences plaideraient en faveur de ce que le virus fixe a en réalité les mouvements propres beaucoup mieux développés que le virus de rues.

Institut d'Hygiène de l'Université de Cracovie.

## Table des matières



---

42. M. BOLESLAS NAMYSŁOWSKI. **Rhizopus nigricans i warunki wytwarzania się jego zygospor.** ***(Rhizopus nigricans et les conditions de la formation de ses zygospores).*** Mémoire présenté par M. E. Janczewski m. t. à la séance du 11 Juin 1906.

(Planche XXI).

I.

Il est bien connu, que *Rhizopus nigricans (Ehrb)* de Bary, une Mucorinée très commune, produit quelquefois des zygospores en abondance, mais que ces organes, n'apparaissent pas du tout d'une manière sûre et régulière. Ayant trouvé des zygospores de ce champignon dans une culture de l'*Aspergillus giganteus Wehm.* sur des tranches de pommes, j'ai semé ses spores dans des milieux variés et obtenu des zygospores, dans toute une série de générations. Pour

être certain de la détermination de l'espèce, je l'ai comparée au *Rhizopus nigricans* cultivé au laboratoire botanique d'Utrecht et n'y produisant, d'après M. Jonge, jamais des zygospores. Cette comparaison donna un résultat imprévu et montra, que ces deux Mucorinées représentent deux espèces parfaitement différentes, la mienne étant *Rh. nigricans* d'Ehrenberg, celle d'Utrecht une nouvelle espèce. Je l'appelle *Rh. nodosus.* Pour cette raison, il m'a paru nécessaire de caractériser d'une manière plus approfondie les deux espèces en question avant de discuter les conditions dans lesquelles *Rh. nigricans* produit ou s'abstient de produire des zygospores.

### *Rhizopus nigricans (Ehb)* de Bary.

Le mycélium est compact cotonneux ou lâche, ce qui dépend du milieu et des conditions de culture; jeune — il est blanc comme neige, plus âgé — il devient brun, presque noir, composé des filaments lisses. Il se développe à la surface du milieu de culture et pénètre dans son intérieur, en formant des nombreux stolons ramifiés ou non, qui dans les cultures pendantes sont longs de 12 cm. et s'attachent au substratum par une touffe des rhizoïdes richement ramifiés (apressorium), lisses, devenant avec l'âge noirs de fumée, larges de 16 $\mu$ au plus, de 3 à 4 $\mu$ aux bouts; la longueur moyenne d'une touffe, qui se développe plus ou moins fortement, atteint 1 mm. Des stolons munis de rhizoïdes et du mycélium poussent des tiges droites (fig. 1), terminées par des sporanges au nombre de 2 à 6, parfois plus rarement simples, non ramifiées ou se ramifiant comme une grappe ou une ombelle de grappe, hautes de $1\frac{1}{4}$ à 2 mm., plus rarement de $3\frac{1}{4}$ à 4 mm., épaisses de 28 à 46 $\mu$, pourvues des membranes lisses de couleur brune foncée, qui avec le temps devient noire de fumée. En s'élargissant vers la cime, elles passent graduellement en columelle, un peu globuleuse, haut cintrée, lisse, d'une grandeur variable, large de 120 à 220 $\mu$ en moyenne, haute de 140 à 180 $\mu$, plus rarement de 200 $\mu$, d'une couleur claire, brunâtre de fumée jusqu'à l'apophyse, au-dessous de celle-ci plus foncée, de là le point d'attache à la columelle est bien distinct. Lorsqu'elle perd l'eau, elle s'aplatit et prend la forme d'un chapeau de champignon. Les sporanges sont hémisphériques d'un diamètre de 180 à 260 $\mu$; jeunes ils sont blancs, mûrs — noirs à surface cassante et à gros grains, couverte des cristaux d'oxalate de chaux; ils éclatent facilement

en disséminant les spores. Celles-ci (fig. 2) sont grisâtres, un peu globuleuses avec quelques bouts émoussés, d'un diamètre de 12 à 20 $\mu$, plus longues que larges, à l'exosporium gros, dont la sur-

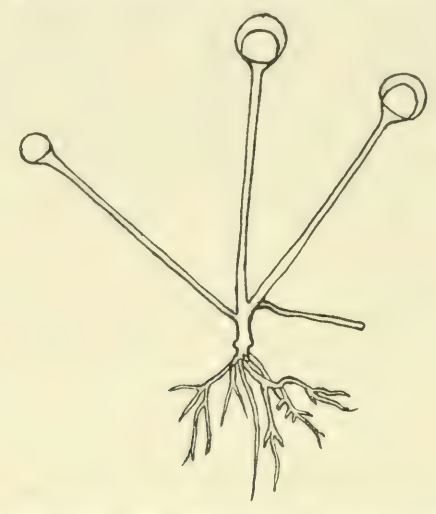


Fig. 1. Tiges sporangéphores avec la columelle, les sporanges et les rhizoïdes. Grossissem. 25.

face est partagée en champs rayés, séparés l'un de l'autre par des bandes unies. Outre les spores ordinaires il y en a toujours de temps en temps d'autres, que j'appelle géantes (fig. 2) et qui pro-

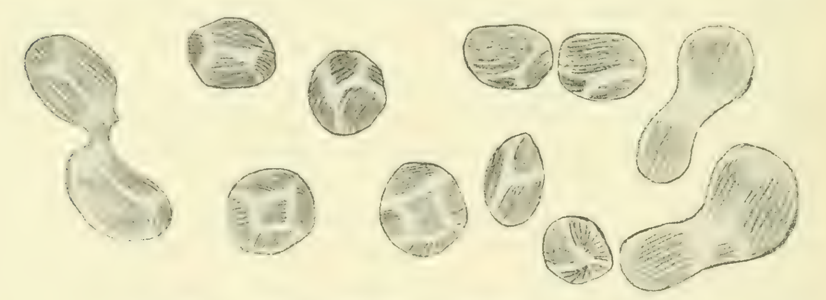


Fig. 2. Spores ordinaires et géantes. Gross. 800.

viennent de la fusion des plusieurs spores de formes variées. Elles rappellent les spores semblables de Mucor Cambodja (4). Semées, les spores gonflent fortement et alors le mode de rayures devient plus apparent; elles germent déjà au bout de 3 heures, en émettant un

ou deux tubes de germination qui se ramifient, dans une solution de sucre de canne, sur la gélatine et la gélose: un abondant mycélium se forme, qui le troisième ou le quatrième jour produit les premiers sporanges. A. de Bary (1) n'a jamais obtenu la germination des spores dans une solution de sucre de canne; chez moi c'était un phénomène constant. Elles se développent sur le pain bis trempé de l'eau pure ou d'une solution à 3% de sucre de raisin,

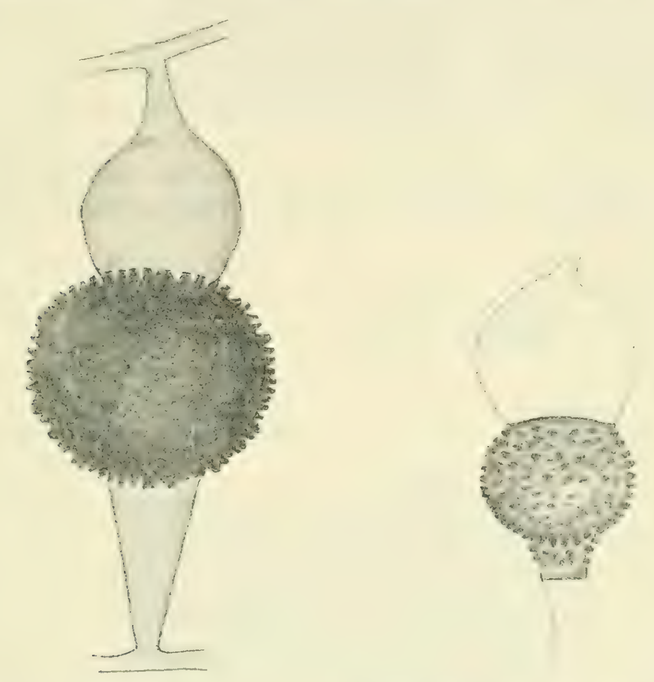


Fig. 3. Zygospore mûre avec ses suspenseurs. Fig. 4. Zygospore déformée à cause de faible développement d'un gamète. Gross. 240.

sur les poires, les pommes de terre, la viande, la gélose et la gélatine au bouillon, sur le bouillon, l'eau peptonisée etc. Les zygospores (fig. 3) sont rondes ou ovales, diversement aplaties du côté des suspenseurs, d'autres irrégulières (fig. 4), quand un des gamètes s'est développé faiblement ou pas du tout. Elles sont hautes de 160 à 240 $\mu$, d'habitude de 160 à 220 $\mu$, larges de 140 à 220 $\mu$, d'habitude de 120 à 180 $\mu$, à l'exosporium épais, dur, opaque, de couleur brun-noirâtre, couvert des verrues coniques, à sommet aplati

et dont la base est d'une largeur moyenne. Au sommet des verrues on trouve les restes d'une tendre membrane à laquelle Vuillemin (16) donne le nom de „cuticelle externe". Les suspenseurs sont tous pareils de grandeur et de forme, ou bien ils diffèrent entre eux; ils sont coniques ou renflés en globes, lisses, incolores au début, de couleur brune claire plus tard. Les gamètes sont aussi d'une grandeur égale ou d'une grandeur différente, leur protoplasme se fond après la résorption de la cloison qui ne part pas toujours du centre; d'ailleurs leurs développement évolue, comme de Bary l'a décrit (1). Lorsque les gamètes en contact ne se sont pas accouplés, leurs membranes deviennent brunes et épaisses, et les verrues commencent à y paraître; mais ils ne se développent pas davantage et peuvent être regardés comme des azygospores rudimentaires (fig. 5) réunies deux à deux. Plus rarement, quand le

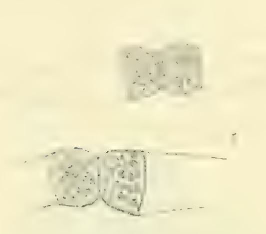


Fig. 5. Gamètes, qui ne se sont pas accouplés; avec le développement apparaissent les verrues. Gross. 240.



Fig. 6. Azygospore. Gross. 240.

filament, qui doit s'accoupler, n'a pas entré en contact avec l'autre, le gamète (fig. 6) isolé devient un peu plus grand, mais bientôt il commence à brunir et cesse de se développer, en restant lisse.

Le mycélium de ce champignon produit des zygospores à la température de chambre à toute époque de l'année (de Bary (1) les a obtenues seulement au mois de mai, de juin, et de juillet, Eidam (6) en hiver); elles poussent isolées ou très nombreuses une à côté de l'autre sur les poires, mais surtout sur la mie de pain bis imbibée de l'eau pure ou d'une solution à 3% de sucre de raisin. Elles ne se formaient que rarement et en petite quantité sur la gélose acide (10 grm. de gélose, 500 cc. $H_2O$, 1 grm. $NH_4NO_3$, 1 grm. $KH_2PO_4$, 0·5 grm. $MgSO_4$, 15 grm. $C_{12}H_{22}O_{11} . H_2O$), jamais sur la viande, sur le sucre de canne, l'eau peptonisée, sur la gélose et la gélatine au bouillon ni sur le moût de bière gélosé. Elles

s'étalent à la surface du milieu de culture, en comblant les espaces entre les morceaux de pain et les parois du vase, ou elles restent suspendues librement en air, surtout dans les cultures sur la gélose. Elles ne se forment qu'au bout de 3 à 4 jours après l'ensemencement simultanément avec les sporanges, parfois un peu plus tard ; il se

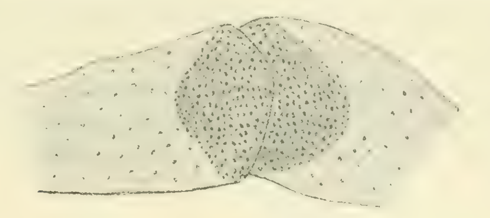


Fig. 7. Filaments copulateurs avant la séparation des gamètes dans lesquels les noyaux affluent en masse vers l'extrémité. Gross. 425.

forme continuellement des nouvelles, même pendant une quinzaine de jours. Je n'ai pas observé la germination des zygospores semées dans l'eau stérilisée même après six mois; de Bary ne l'a pas vu non plus.

La coloration à l'hématoxyline a démontré dans les filaments une quantité énorme des noyaux ovales de $^1/_2$ à 1 $\mu$; quelques-uns

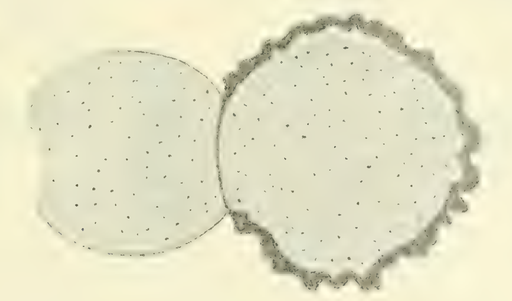


Fig. 8. Coupe transversale d'une zygospore mûre avec le suspenseur. Le protoplasme réticulé contient des nombreux noyaux plus petits et plus grands. Gross. 250.

de ceux-ci sont comme allongés dans le sens de la croissance. Dans les filaments de copulation les noyaux sont répandus uniformément sauf le sommet, où il s'assemblent en quantité énorme (fig. 7). On n'a observé ni la copulation ni la division des noyaux après la résorption de la paroi de séparation et après le fusionnement du protoplasme des gamètes. Les zygospores bien développées sont remplies

de protoplasme graisseux, qui pénètre aussi dans l'intérieur des verrues. Ce protoplasme a une structure nettement réticulée (fig. 8), dans les pièces fixées dans l'alcool: les mailles du réseau deviennent de plus en plus petites vers la periphérie. Les noyaux plus ou moins ovales, plus petits et plus grands, sont en grande quantité disséminés uniformément dans ce protoplasme (Dangeard et Leger (5) ont vu dans les zygospores les noyaux de grandeur variable). La graisse n'y forme pas une vacuole centrale. Les suspenseurs ont aussi le protoplasme réticulé et les noyaux de grandeur variable. Le rôle des noyaux dans la reproduction sexuelle, vu leur petitesse, n'a pu être déterminé.

### *Rhizopus nodosus spec. nov.?*

Le mycélium de ce champignon cotonneux, jeune, est blanc, ensuite d'une teinte ocre jaune ou brune; il couvre la surface du

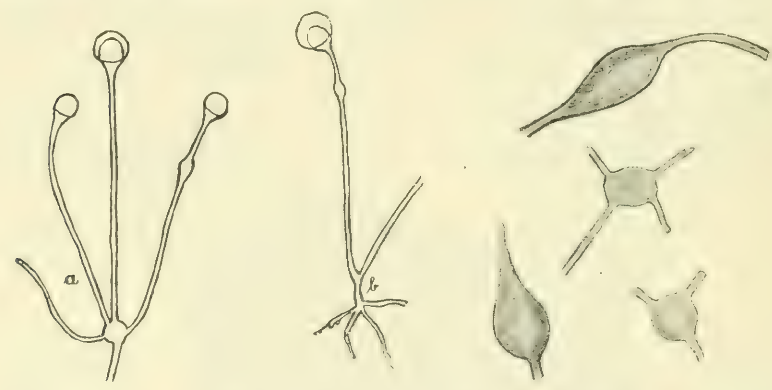



Fig. 9. Tiges sporangéphores: a) sortant d'un renflement, b) munies au-dessous de rhizoïdes. Gross 25.

Fig. 10. Renflements de formes différentes, desquels poussent des tiges sporangéphores, ou qui sont sur des tiges. Gross. 85.

milieu de culture et pénètre dans son intérieur, en formant des stolons faiblement développés. Au milieu du mycélium et sur les stolons il y a des tiges terminées par des sporanges (fig. 9) hautes de 1 à 2 mm, plus rarement de 4 à 5 mm, épaisses de 12 à 28 $\mu$, lisses, avec des membranes épaisses, incolores au début, ensuite d'une couleur ocre pâle ou brune, simples ou se ramifiant, leurs ramifications sont terminées par des sporanges. Les tiges sont souvent renflées dans un point quelconque ou elles poussent d'un renflement

(fig. 9 a) sur le mycélium, de même que Mucor Cambodja (4) et Spinellus fusiger (15). Les renflements (fig. 10) sont ovales ou arrondis, allongés d'un seul ou de deux côtés, larges de 28 à 50 $\mu$, hauts de 50 à 100 $\mu$. A la base des tiges sporangéphores les rhizoïdes, s'il y en a, sont faiblement développés (fig. 9 b), ne se ramifiant pas toujours; leur largeur est de 6 à 8 $\mu$. Les tiges passent peu à peu en columelles de grandeur variable, ayant la même forme, que celle de *Rh. nigricans*, larges de 60 à 80 $\mu$ en moyenne, hautes de 60 à 120 $\mu$; lorsqu'elles ont perdu leur eau elles se renversent

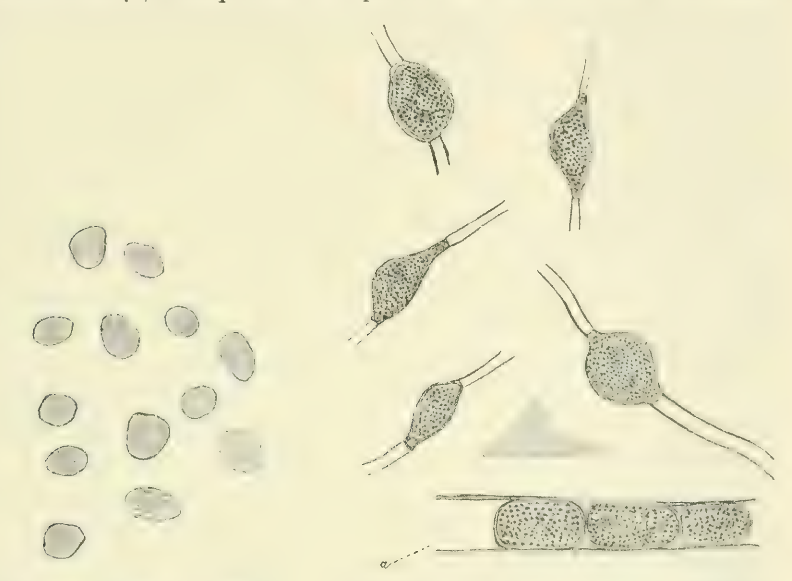


Fig. 11. Spores. Gross. 800.

Fig. 12. Kystes dans la tige sporangéphore(a) et dans le mycélium Gross. 425.

comme un chapeau de champignon, d'une teinte ocre pâle. Les sporanges hémisphériques d'un diamètre de 110 à 200 $\mu$, couverts d'aiguilles d'oxalate de chaux, contiennent un grand nombre de spores (fig. 11) arrondies, ayant quelques bouts émoussés, plus longues que larges, à l'exosporium épais, rayé dans le sens du méridien; les spores sont d'une teinte grise pâle, longues de 6 à 9 $\mu$, larges de 4 à 6 $\mu$. Semées dans une goutte de sucre de canne elles forment déjà après 24 heures ou le 3-ième jour des kystes (fig. 12) avec une membrane incolore, épaisse et un protoplasme granuleux, d'un diamètre de 16 à 32 $\mu$, arrondis, disposés loin l'un de l'autre.

Les mêmes kystes, seulement plus grands, apparaissent dans des vieilles cultures sur le pain et la gélose; ils se forment même au milieu des tiges sporangéphores (fig. 12 a), par quoi ils diffèrent de Mucor Cambodja. M. le Prof. E. de Janczewski a trouvé sur le pain doux des zygospores, d'un diamètre de 120 à 140 $\mu$ en moyenne, de 180 $\mu$ au maximum. Elles sont rondes, ovales ou même sans une forme définie, si un des gamètes ne se développe pas ou presque, d'une teinte brune foncée avec un épisporium épais couvert des verrues coniques, comme chez *Rh. nigricans.* Les suspenseurs sont égaux ou diffèrent de forme et de grandeur; si les gamètes qui sont en contact ne s'accouplent pas, leur membrane devient brune et épaisse, tout en restant lisse.

Ces deux espèces sont essentiellement différentes. Tandis que *R. nodosus* a des spores rayées dans le sens du méridien, des rhizoïdes faiblement ou pas toujours développés, des stolons incomplètement différenciés, des renflements sphériques sur le mycélium et sur les tiges sporangéphores, tandis qu'il forme toujours des kystes dans les cultures et dans notre laboratoire a donné des zygospores; *Rh. nigricans* a des spores trois fois plus longues avec l'épisporium divisé en parties rayées avec bandes unies qui les séparent, des stolons bien distincts, des tiges avec des rhizoïdes ramifiés et fortement développés, il forme les zygospores en grand nombre, jamais cependant des kystes. Ces deux espèces diffèrent aussi par les dimensions des sporanges, des columelles, des tiges sporangéphores, des rhizoïdes et des zygospores. Ensemencées en même temps elles ne se développent pas simultanément: *Rh. nigricans* se développe le premier, quelques heures plus tard germe et croît *Rh. nodosus.* Dans une goutte d'une faible solution de sucre de canne *R. nigricans* donne des sporanges à quelques spores seulement, à une columelle atrophiée, tandis que *Rh. nodosus* forme des kystes, mais jamais de sporanges. Cette courte caractéristique suffit pour différencier ces deux espèces.

## II.

La reproduction sexuelle des Mucorinées était depuis longtemps l'objet de beaucoup d'expériences, qui la comparaient avec la reproduction asexuelle. Jusqu'à ce temps tous les savants tantôt admettaient, que les conditions de la reproduction sexuelle nous sont inconnues (Brefeld (3)), tantôt les cherchaient dans le milieu ex-

térieur (de Bary (1), van Tieghem (13 et 14), Klebs (8 et 9), Falck (7)); A. Blakeslee (2) les attribue à l'organisation interne, en affirmant qu' il y a deux Mucorinées: les unes hermaphrodites et monoïques, „homothalliques" (p. ex. Sporodinia grandis, Spinellus fusiger, Zygorhynchus Moelleri, Dicranophora sp.) qui après l'ensemencement d'une seule spore donnent des zygospores, la copulation donc des filaments se produit dans les limites d'un seul individu hermaphrodite; les autres dioïques, au mycélium unisexué, „hétérothalliques" (p. ex. *Rhizopus nigricans*, *Mucor Mucedo, Phycomyces nitens, Absidia caerulea*) donnent des zygospores lorsque s'accouplent deux individus, l'un + l'autre —, appartenant à deux sexes. Dans ce groupe d'une spore, étant + ou —, les zygospores ne peuvent se former sur le mycélium. M. Blakeslee a obtenu aussi, outre le mycélium + ou —, des individus „neutres", qui ne s'accouplent ni avec la culture +, ni avec celle —, qui ont perdu la propriété de la reproduction sexuelle. Il affirme aussi d'avoir vu le commencement d'hybridation entre des différentes espèces de Mucorinées, dont les filaments copulateurs, à la limite du contact des mycéliums de deux sortes, formaient des nombreuses vessies copulatrices, où se séparaient les gamètes, mais ne mûrissaient pas *(Phycomyces nitens* × *Mucor Mucedo*, *Rhizopus nigricans* × *Absidia caerulea)*.

Ayant un *Rh. nigricans* qui formait des nombreuses zygospores et qui aurait appartenu au groupe dioïque, j'ai répété des expériences de Blakeslee, en me servant d'une méthode différente de recherches. M. Blakeslee partait d'une jeune zygospore fendue dont une partie de mycélium correspondante à un suspenseur avait un signe, tandis que l'autre partie avait un signe contraire; quant à moi, je partais soit d'un sporange, qui d'après M. Blakeslee devait contenir des spores du même signe, soit d'une spore unique, et c'est de la manière suivante. Je broyais les sporanges dans un tube à essai plein d'eau; le mélange bien fait, j'en jetais les $^2/_3$ et je remplissais de nouveau le tube avec de l'eau pure; quelques gouttes de ce mélange étaient agitées avec la gélose ou la gélatine et coulées dans les boîtes de Petri. Une fois le mycélium paru des spores, je les enlevais une à une sous le microscope (avec la gélose ou la gélatine qui les entourait) et les transportais sur des milieux de culture préalablement préparés. Quelques cultures, désignées comme provenant d'une spore, ont été faites d'un court rameau coupé du mycélium (qui était donc + ou —), lequel se cicatrisait

facilement et d'habitude se développait bien ensuite. Les résultats des cultures je donne d'après les notes, que j'ai faites.

A. Cultures d'un sporange sur la mie de pain imbibée d'eau, dans des vases fermés, d'un diamètre de 6 cm, hauts de 2 cm., qui étaient garnis du papier buvard humide et mis sous une cloche.

| Nombre de cultures | Le résultat | Nombre de cultures | Le résultat |
|---|---|---|---|
| 1 | Sporanges et zygospores | 11 | Sporanges et zygospores |
| 2 | " " " | 12 | " " " |
| 3 | " " " | 13 | " " " |
| 4 | " " " | 14 | " " " |
| 5 | " " " | 15 | " " " |
| 6 | " " " | 16 | " " " |
| 7 | " " " | 17 | " " " |
| 8 | " " " | 18 | " " " |
| 9 | " " " | 19 | " " " |
| 10 | " " " | | |

B. Cultures provenant d'une spore, c'est-à-dire qu'une seule spore a été ensemencée dans chaque culture.

Voir table p. 687.

Les résultats de mes cultures sont contraires à ceux, qu'a obtenu M. Blakeslee. Conformément au principe que sur le mycélium + se forment seulement les sporanges +, et sur le mycélium — les sporanges — seulement, principe qui découle logiquement des recherches de M. Blakeslee, on a fait 19 cultures d'un seul sporange et on a obtenu, contrairement à la théorie dioïque, des zygospores dans toutes ces cultures. Puisque est possible la supposition de la présence des spores + et — dans le sporange, qui pousse sur le mycélium d'un signe, on a fait une série de cultures d'une spore; dans chacune donc était un individu. Sur 40 cultures on a obtenu 14 fois des zygospores, 13 fois des nombreux sporanges, et 13 fois le mycélium seul. Ces 13 cultures, dans lesquelles le mycélium n'a pas fructifié à cause de son développement maladif, je ne prend pas en considération; il ne reste donc qu'à définir les causes pourquoi 13 cultures n'ont donné que des sporanges. Comme M. Klebs a démontré pour *Sporodinia grandis* et M. Blakeslee pour *R. nigricans* des sporanges se forment dans l'air sec, et les zygospores

| Nombre de cultures | Les résultats | Nombre de cultures | Les résultats |
|---|---|---|---|
| 1. Sur la poire | Sporanges et zygospores | 25. Pain bis dans un verre | Sporanges |
| 2. „ „ „ | „ „ „ | 26. „ „ „ „ „ | Mycélium faiblement développé |
| 3. Pain enfermé | „ „ „ | 27. „ „ „ „ „ | „ „ „ |
| 4. Pain dans un tube à essai | Sporanges | 28. „ „ „ „ „ | „ „ „ |
| 5. Pain bis enfermé | Sporanges et zygospores | 29. Pain doux | „ „ „ |
| 6. „ „ „ | „ „ „ | 30. „ „ | Sporanges et zygospores |
| 7. „ „ „ | „ „ „ | 31. „ „ | Mycélium faiblement développé |
| 8. „ „ „ | Sporanges | 32. „ „ | Culture détruite par des bactéries |
| 9. Pain bis dans un verre | „ | 33. „ „ | „ „ „ „ „ |
| 10. „ „ „ „ „ | „ | 34. Pain bis enfermé | Sporanges et zygospores |
| 11. „ „ „ „ „ | „ | 35. „ „ „ | „ „ „ |
| 12. „ „ „ „ „ | „ | 36. „ „ „ | Culture détruite par des bactéries |
| 13. „ „ „ „ „ | Mycélium faiblement développé | 37. „ „ „ | „ „ „ „ |
| 14. „ „ „ „ „ | „ „ „ | 38. „ „ „ | „ „ „ „ |
| 15. „ „ „ „ „ | „ „ „ | 39. „ „ „ | „ „ „ „ |
| 16. „ „ „ „ „ | „ „ „ | 40. Pain imbibé d'une sol, à 4°/₀ de sucre de raisin | Sporanges et zygospores |
| 17. „ „ „ „ „ | „ „ „ | 41. detto | „ „ „ |
| 18. „ „ „ „ „ | „ „ „ | 42. detto | „ „ „ |
| 19. „ „ „ „ „ | Sporanges | 43. detto | „ „ „ |
| 20. „ „ „ „ „ | Mycélium faiblement développé | 44. detto | „ „ „ |
| 21. „ „ „ „ „ | „ „ „ | 45. Pain imbibé d'extrait de prunes | Sporanges |
| 22. „ „ „ „ „ | „ „ „ | 46. detto | „ |
| 23. „ „ „ „ „ | „ „ „ | | |
| 24. „ „ „ „ „ | Sporanges | | |

dans l'humidité, c'est pourquoi dans l'atmosphère saturée de vapeur d'eau de dessous le couvercle sortent les sporanges et se dirigent vers l'air sec, tandis que dans l'intérieur des vases se forment les zygospores. Les expériences ont confirmé que dans ces 13 cas négatifs la cause de l'absence de zygospores et de la présence de nombreux sporanges était la sécheresse de l'air. Le tube à essai (cult. Nr. 4) était bouché avec un tampon de ouate; la culture Nr. 8 n'était pas hermétiquement close, et le vase n'était pas garni du papier buvard; toutes les deux donc perdaient l'eau, et l'air sec suffisait seulement à former des sporanges. On a fait des nouvelles cultures de la masse de spores de chacune de ces deux relativement négatives, mais dans l'atmosphère humide, contrairement à l'opinion de M. Blakeslee, on a obtenu alors de zygospores, bien que ce fût la deuxième génération d'une spore; mais elles ne représentaient qu'un sexe, c'est pourquoi elles ne devaient pas s'accoupler. Les cultures Nr. 9—28 ont été faites dans des hauts vases fermés d'un bouchon, avec une couche du pain mouillé au fond; il était impossible d'y maintenir l'air saturé de l'humidité contenue dans le pain recouvrant le fond des vases, vu leur capacité relativement grande. Dans les cultures Nr. 45 et 46, sur la mie de pain imbibée d'un peu d'extrait de prunes et d'une solution à 3% de sucre de raisin, on n'a pas obtenu de zygospores, à cause de la sécheresse relative du milieu de culture et, paraît-il, de la réaction fortement acide de l'extrait.

L'obtention des zygospores dans les cultures provenant d'un sporange ou d'une spore parle contre les découvertes de M. Blakeslee. Si même l'existence du groupe „hétérothallique“ de Mucorinées allait être maintenue, *R. nigricans* devrait en être exclu. La cause de l'absence de zygospores ne se trouvait pas dans l'organisation interne, dioïque, du champignon, mais dans les conditions extérieures défavorables qui ne pouvaient suffire qu'à la formation des sporanges. Sur les cultures faites d'une manière et sur un milieu qui ne convient pas, on ne peut obtenir rien, sauf les sporanges, même d'une masse de spores prises dans plusieurs cultures qui donnent des zygospores. Pour constater l'hybridation des Mucorinées, qui a été observée pour la première fois par M. Blakeslee, on ensemençait ensemble côte à côte *Rh. nigricans*, *Rh. nodosus*, *Pilaira anomala* Schröt., *Mucor racemosus* Fres., *Phycomyces nitens* Kunze. La copulation des espèces n'a point eu lieu, mais pour les Mucori-

nées elle paraît superflue parce que la facilité de reproduction asexuelle leur suffit pour conservation de l'espèce et elles n'ont pas besoin de recourir à une hybridation sans résultats.

## III.

D'après mes observations le mode de reproduction de *Rh. nigricans* semble dépendre de la qualité du milieu de culture et de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. Les sporanges se développent sur chaque milieu fluide ou solide, si seulement celui-ci rend possible le développement, quelle que soit sa composition chimique. J'obtenais les zygospores sur la mie de pain imbibée d'une solution à $3\%-4\%$ de sucre de raisin, sur des tranches de poire, rarement sur la gélose (dont la composition j'ai donné plus haut). Jamais il n'y avait de zygospores sur le bouillon, l'eau peptonisée, la viande, les pommes de terre, sur la solution de sucre de canne, la gélatine et la gélose au bouillon ou au moût de bière. Lorsque l'air dans la culture est saturé d'humidité, les zygospores se forment au milieu du vase et les sporanges à la periphérie, se dirigeant vers l'air sec. Lorsque l'air dans la culture est sec, les sporanges couvrent uniformément tout le substratum; si la quantité de l'eau contenue dans le milieu de culture forme au-dessus de la surface du substratum une couche humide, qui suffit pour former des zygospores, dans ce cas elles se forment sur la surface et au fond du substratum où il y a le plus d'humidité. L'air saturé de vapeur d'eau n'est favorable pourtant que dans certaines limites à la formation des zygospores; quand l'air devient sursaturé, tout le développement cesse. Dans deux boîtes de Petri après l'apparition du mycélium on a mis sous le couvercle une feuille humide de papier buvard dont les bords étaient immergés dans l'eau; tout cela a été recouvert d'une cloche garnie du papier buvard mouillé. Pendant 10 jours dans cette atmosphère ni sporanges ni zygospores n'ont poussé; après le transport de la culture dans l'air sec, au bout de 2 jours une masse de sporanges s'est développée. En réglant donc la saturation de l'air et en employant un milieu convenable de culture, nous pouvons obtenir des sporanges ou des zygospores à volonté. On n'a pas exécuté des expériences sur la limite supérieure et inférieure de cette saturation dont dépend le mode de reproduction.

Communément on considère les zygospores comme une forme de fructification qui termine la période de développement des *Mucorinées*. Schröter (12) exprima l'opinion courante en différenciant des spores „welche den Entwicklungsgang eines Pilzes abschliessen (Teleutosporen). Der besonderen Weise ihrer Entstehung nach, werden manche Teleutosporen als Oosporen, beziehungsweise Zygosporen benannt". Or, on ne peut considérer les zygospores de *Rh. nigricans* comme une sorte des teleutospores, car elles se forment en même temps que les sporanges ou plus tôt et non à la fin de la végétation. Les conclusions générales de mon travail expliquent pour quelle raison on n'apercevait que si rarement les zygospores de *Rhizopus,* parce qu'on ne le cultivait ni dans des conditions ni sur des milieux convenables; la prise en considération d'un seul facteur ne suffisait que pour la formation des sporanges. La dioïcie découverte par M. Blakeslee n'existe pas dans le *Rh. nigricans,* qui apparaît comme une preuve négative de l'hétérothallisme; d'autres espèces considérées par lui comme „hétérothalliques", étant dioïques, se conserveront-elles longtemps, voilà la question. Dans les cultures „neutres" et marquées d'un signe, il n'y avait pas de zygospores et ce n'était pas à cause de disparition de la sexualité, mais en conséquence des conditions défavorables. Les cultures neutres malgré le mélange avec les cultures + et —, n'ont pas entré en copulation, si les conditions du milieu ne suffissaient que pour former des sporanges; là où M. Blakeslee après le mélange des cultures + et — a obtenu des zygospores, elles se formaient parce que les conditions de leur développement étaient favorables, mais non à cause de la présence des deux sexes. La découverte de l'hybridation des Mucorinées ne s'est pas confirmée non plus. Les conditions dans lesquelles *Rh. nigricans* forme des zygospores ou des sporanges ressemblent à celles qui sont nécessaires à *Sporodinia grandis,* selon M. Klebs. L'influence de la concentration de substratum, ce qui a été étudié par M. Falck, n'est pas exclue, mais elle n'était pas le sujet des expériences spéciales.

J'ai exécuté ce travail au laboratoire botanique de M. le Prof. E. de Janczewski; je profitais aussi des ressources de l'Institut de Chimie Agricole et de l'Institut bactériologique. Je tiens pour un aimable devoir d'adresser les plus vifs remerciements à M. le Prof. E. de Janczewski pour ses conseils éclairés, qu'il ne m'a pas ménagés pendant mes expériences et à MM. les Prof. E. Godlewski

et J. Nowak pour la permission de profiter des riches ressources scientifiques de leurs laboratoires.

Après avoir terminé ce travail j'ai reçu l'ouvrage de M. Swingle (11) „Formation of the Spores in the Sporangia of *Rhizopus nigricans* and of *Phycomyces nitens*". La comparaison des dessins se rapportant à *Rh. nigricans*, qui a été étudié par M. Swingle, avec les dessins et les mesures, qui ont été indiqués par moi comme caractéristiques, en a démontré certaines différences. Les spores qu'il a représentées comme appartenant à *Rhizopus nigricans* sont de deux grandeurs: les unes ont de 12 $\mu$ à 14 $\mu$, parmi celles-ci une spore géante de 23 $\mu$ à 34 $\mu$, les autres très petites de 3·08 $\mu$ à 4·07 $\mu$ de diamètre. Les premières se rapportent à *R. nigricans*, comme leur grandeur et partiellement le mode des rayures le témoignent, les autres sont tout à fait une autre chose. M. Swingle avait donc une culture impure, c'est pourquoi il y a de telles différences de grandeur des spores; probablement à côté de *Rh. nigricans* poussait une autre espèce de ce genre, avec des spores petites, mais M. Swingle ne l'a pas aperçue. Le fait, que Swingle avait une culture de plusieurs *Rhizopus*, où à côté de *Rh. nigricans* poussait un autre, et qu' à Utrecht *Rh. nodosus* nov. a été identifié avec l'espèce de A. de Bary, nous suggère une hypothèse, qui peut expliquer en partie les résultats des recherches de M. Blakeslee. Probablement il pouvait avoir, lui aussi, dans ses cultures plusieurs espèces de *Rhizopus*, l'une donnant des zygospores, et l'autre qui ne les forme pas. En les isolant il obtenait, si cela a eu lieu en réalité, des cultures pures non de sexes, mais des espèces, les unes, *Rh. nigricans*, donnaient des zygospores, tandis que les autres *Rhizopus*, d'une espèce inconnue, ne formaient pas des zygospores, mais des sporanges.

Institut de Botanique de l'Université Jagellonne à Cracovie.

## Bibliographie.

1) A. de Bary u. M. Woronin: Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. Frankfurt 1864—1870.

2) A. F. Blakeslee: Sexual reproduction in the Mucorineae. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XL. 1904. Contributions from the Cryptogamic Laboratory of Harvard University.

3) O. Brefeld: Ueber copulirende Pilze. Sitzbch. d. Gslft. Berlin 1875.

4) Tadeusz Chrząszcz: Die „chinesische Hefe". Centralblatt für Bakteriologie. Zweite Abteilung. Bd. VII. 1901.

5) A. Dangeard et M. Leger: La reproduction sexuelle des Mucorinées. Compt. rend. de l'Académ. des sciences de Paris. 1894.

6) E. Eidam: Ueber Rhizopus nigricans und Rhizopus elegans. Jbcht. schles. Gsclft. f. vat. Kult. 1883.

7) Falck Rich: Die Bedingungen und die Bedeutung der Zygotenbildung bei Sporodinia grandis. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen. VIII. Breslau. 1901.

8. G. Klebs: Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. Jahrbücher für wissenschaft. Botanik. Bd. XXIII. 1898.

9) G. Klebs: Ueber Sporodinia grandis. Botanische Zeitung. Nr. 12. 13. 1902.

10) M. Raciborski: Studya mykologiczne. Rozpr. Akad. Umiej. Kraków. 1899. T. XIV.

11) D. B. Swingle: Formation of the spores in the Sporangia of Rhizopus nigricans and of Phycomyces nitens: U. S. Department of Agriculture. Washington. 1903.

12) J. Schröter in Engler u. Prantls natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig. 1897. I. Teil. Abt. 1.

13) Ph. Van Tieghem: Sur les Absidia, genre nouveau de la famille des Mucorinées. Bulletin de la Société botan. de France. 1876.

14) Ph. Van Tieghem: Observations au sujet d'un travail de M. Brefeld sur les Mucorinées et en particulier sur les Pilobolus. Bulletin de la Société botan. de France.

15) Ph. Van Tieghem: Nouvelles recherches sur les Mucorinées. Annales des Sciences nat. VI. 1875.

16) P. Vuillemin: Recherches morphologiques et morphogéniques sur la membrane des zygospores. Nancy. 1904. Extrait du Bulletin mensuel des séances de la Société des Sciences de Nancy.

## Explication de la planche.

I a) Mode de réunion des filaments copulateurs; b) la séparation des gamètes. Gross. 75.

II a) Zygospore nouvellement formée; b) zygospore déformée à cause d'un faible développement d'un gamète; c) azygospore. Gross. 110.

III. Vue d'un groupe de zygospores. Gross. 25.

IV $a_1$) $a_2$) Gamètes, qui ne se sont pas accouplés; b) zygospore déformée; c) zygospore. Gross. 71.

43. M. JEAN ROSTAFIŃSKI. **Rasa a owłosienie bydła.** ***(Über den Einfluß der Rasse auf die Behaarung des Rindes).*** (*De l'influence de la râce sur le système pileux du bétail*). Mémoire présenté par M. H. Hoyer m. c.

(Planches XXII, XXIII, XXIV, XXV).

### Einleitung.

Die Menschenhaare sind heutzutage allseitig und gründlich bearbeitet. Was aber die Behaarung des Rindes anbetrifft, ist auf diesem Gebiete noch fast alles zu tun, wenn es sich um die Behaarung des ganzen Körpers handelt. So gibt es z. B. spezielle Studien über die Spürhaare des Mauls, ferner nur zerstreute Bemerkungen über die Beschaffenheit des Haares beim Rind im allgemeinen, daß das Haar bei Mastrassen im Gegensatz zu Milchrassen matt, nicht dicht und weich, bei den letzteren dagegen glänzend und steif ist. Ich habe auch eine Bemerkung über die Behaarung des ganzen Körpers beim Rind in Waldeyer's Atlas gefunden (55. S. 128, 143, 177; Tafel V. Fig. 51, 52). Der Verfasser gibt Abbildungen von zwei Mark-Haarstücken in der Mitte der Haarläufe und handelt dabei von der Verschiedenartigkeit der Rinderrassen, von der Farbe ihrer Behaarung u. s. w. Er unterscheidet dort zwei Gattungen von Haaren: Grannen- und Wollhaare und fügt die Bemerkung hinzu, daß die letzteren bei dem Rinde steifer seien als bei Tieren, deren Felle zu Pelzwerk verarbeitet werden. Endlich findet sich hier noch die Bemerkung, daß das Mark den dritten Teil des Haardurchmessers einnimmt, und daß „.... das feinere Unterhaar mancher Rassen marklos ist. Die Querschnitte von Rinderhaaren sind nahe der Basis und der Spitze mehr kreisförmig, in der Mitte, wo der Markzylinder am stärksten ist, abgeplattet“. Daraus erhellt, daß seine Untersuchungen, oder was wahrscheinlicher ist, die Studien, auf die er sich stützte, nur gelegentlich durchgeführt wurden, da seine letzte, auf die Abplattung in der Mitte der Länge „des Rinderhaares“ bezügliche Behauptung nur für die Wollhaare gelten kann. Ich glaube auch aus dem Texte klar entnehmen zu können, daß Waldeyer hier nur die Grannenhaare meint. Übrigens ist die ganze Beschreibung kaum einige Sätze lang.

Über das Klima, welches wie allgemein bekannt, einen überaus wichtigen — wenn nicht unmittelbaren, so doch gewiß mittelba-

ren — Einfluß auf die Dicke der Haut und auf die Beschaffenheit und Dichtigkeit der Haare hat, handelt vielleicht am ausführlichsten G. Schwalbe in seinem monumentalen Werke „Über den Farbenwechsel winterweißer Tiere“ (Putorius erminea), in welchem er — der allgemeinen Annahme entgegen — nachgewiesen hat, daß das Winterhaar in der Tat nicht dichter als das Sommerkleid ist, sondern daß das im Herbst nachwachsende Haar dicker ist, und daß auf diese Eigenschaft die irrtümliche Meinung von einer größeren Dichtigkeit des Witterhaars zurückzuführen ist (47. S. 511, 552). Bonnet (4. S. 424) erwähnt zwar, daß beim Pferd im Herbst viel Wollhaar nachwächst, er fügt aber gleichzeitig hinzu, daß dabei auch „eine Menge alter Haare ausfällt und durch neue ersetzt wird“. Daraus ist ersichtlich, daß die größte Dichtigkeit des Pelzes in die Übergangsperiode d. h. von der ausfallenden Sommerbehaarung mit der von neuem anwachsenden Witterbehaarung zusammenfällt, also z. B. in den Herbst.

Wenn jemand also die Behaarung des Rindes ausführlich bearbeiten wollte, so müßte er sie in den vier Jahreszeiten untersuchen, was indessen mit verschiedenen Schwierigkeiten verbunden ist. Zur Untersuchung der Haut und der Haare muß man selber das Vieh vor der Schlachtung sehen, denn um sich von der Reinheit der Rasse, dem Geschlecht und dem Alter zu überzeugen, ist man gerade gezwungen, — wie ich es getan habe — selbst nach dem Schlachtorte zu fahren. Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß es sehr schwer fällt, Untersuchungsmaterial von einem Individuum reiner Rasse zu bekommen, da Zuchtvieh sehr selten geschlachtet wird und doch nur solches sich zu Untersuchungen eignet. Auch die damit verbundenen Kosten sind beträchtlich, denn durch Ausschneiden kleiner Hautstücke verlieren die Häute ihren Handelswert, so daß der Käufer fast für die ganze Haut zahlen muß. Deswegen habe ich mich entschlossen, in dieser Arbeit das Winterhaar, also nur eine Generation der Rindshaare zu untersuchen.

Dabei handelte es sich auch um die Auswahl der Rassen, welche die größten Unterschiede in ihrer Abstammung bieten könnten, um die wichtigsten Unterschiede in Bau und Gattung der Haare finden zu können. Gleichzeitig mit der Auswahl der Rassen mußte ich das Klima berücksichtigen, welches einen so großen Einfluß auf die Haut uud die Haare ausübt. Es finden sich in vielen Studien und Arbeiten über die Haare Erwähnungen und zum Teil auch

ganze Abhandlungen über den Einfluß des Klimas auf die Haare. Aber meistenteils handelt es sich um Farbe (Anwesenheit, Gattung und Stärke des Pigmentes) z. B. bei Pfaff (40. S. 23, 41), Reissner (41. S. 5), Schwalbe (47. S. 547, 551, 552) u. v. a., oder mittelbar um Stärke der Behaarung.

In der Auswahl der Rassen richtete ich mich nach den größten Unterschieden der Abstammung und deshalb erschienen mir zwei Rassen als besonders geeignetes Vergleichungsmaterial und zwar: das polnische Rotvieh und das ungarische Steppenvieh. Das letztgenannte stammt vom Urochs, Bos taurus primigenius v. priscus ab; hingegen soll das polnische Rotvieh, welches der Brachycerosrasse zugezählt wird, von dem Vieh der schweizerischen Pfahlbauten abstammen, und als Urstamm bezeichnet Adametz das Exemplar, dessen Schädel in Krzeszowice bei Krakau beim Brunnengraben gefunden und von ihm als Bos taurus europaeus (Adametz) benannt wurde. Also nach der allgemein angenommenen Klassifikation ist die Abstammung dieser zwei Rassen sehr entfernt. Ferner konnte man erwarten, daß der größe Unterschied des Klimas, in welchem diese Rassen leben, in der Behaarung besonders auffällig zum Ausdruck kommen wird. Endlich ist die Haarfärbung dieser beiden Rassen ganz verschieden.

Bei dem polnischen Rotvieh findet man besonders häufig rotbraune Haarfärbung, die in verschiedenen Tonarten von Sommerrehfarbe bis Dunkel- oder Schwärzlichbraun vorkommt[1]); der Aalstrich dieses Viehes und die Schwanzspitze sind meistens dunkel, ferner auch die Füße, die Innenfläche der Ohren und die Augenbrauen. Das Rehmaul ist verschieden: teils hell, teils dunkel gefärbt, und damit hängt auch die helle oder dunkle Färbung des Aalstriches und der Schwanzspitze zusammen. Hingegen ist das ungarische Steppenvieh grauweiß, d. h. das Haar dieser Rasse scheint nicht pigmentiert zu sein; indessen ist das nicht der Fall, da das Pigment nur in den Albinoshaaren fehlt. Der Aalstrich, die Schwanzspitze, die Füße und das Rehmaul finden wir bei diesem Vieh stark schwarz pigmentiert.

Hautstücke des polnischen Rotviehs habe ich selbst von Kęty (Westgalizien), wohin ich einigemale gefahren war, mitgebracht; von dem ungarischen Steppenvieh sind mir Stücke aus Südungarn

[1]) Adametz: Studien über das polnische Rotvieh. S. 21.

(Peterwardein) in 2°/$_0$ Formalin von Oberleutnant Stanislaus von Starzewski zugesandt worden, wofür ich Ihm meinen besten Dank hier ausspreche. Von den beiden Rassen hatte ich je 3 Exemplare, und die Hautstücke stammten nur von 4—7 Jahre alten Kühen.

---

Die Haaruntersuchungen in der ersten Hälfte des XIX. Jahrh. können am kürzesten folgenderweise zusammengefaßt werden: Heusinger 1822 (die Haare der Neger), Weber 1826 (gewelltes Haar hat elliptischen Querschnitt), Henle 1843 (ungefähr dasselbe), Brown 1853 (beschreibt in den Arbeiten Schoolefart's die Querschnitte der Menschenhaare aller Rassen), Kölliker 1855 (die Haare drehen sich immer nach der Flachseite), Pruner-Bey 1863/4 gibt Zeichnungen der Querschnitte der menschlichen Haare und fügt hinzu: „wenn ein Haar für eine Rasse typisch ist, so genügt es, um sie zu charakterisieren“.

Bevor ich jetzt zur Beschreibung der Haare an verschiedenen Körperteilen des Rindes übergehe, muß ich in wenigen Worten eine allgemeinene, nicht histologische, sondern nur morphologische Beschreibung vorausschicken. So unterscheiden wir das gewöhnlich so genannte „eigentliche Haar“ d. h. dasjenige, welches man immer vor Augen hat und welches die Farbe des Pelzes bestimmt, das Grannenhaar, ferner das dichte und (nicht immer) weiche Unterhaar, welches keinen Einfluß auf die allgemeine Farbe hat, da es von Grannenhaaren bedeckt ist: das Flaum- oder Wollhaar, lanugo. Wo diese Haare noch Mark besitzen, werde ich die Grannen- oder Wollhaare als Mark-Grannen- und Mark-Wollhaare bezeichnen.

Diese beiden Haararten kommen als wachsende, Papillenhaare, oder als ausfallende, Kolbenhaare vor.

Zu speziell modifizierten Haaren gehören die Sinus-Spür-Tasthaare, die sich nur am Maul vorfinden, die dunklen inneren Ohrhaare, die Haare des Aalstriches, der Schwanzspitze und der Augenbrauen.

Nach dieser Einleitung gehe ich zur speziellen Beschreibung der Haare über, mit Angabe der Technik, deren ich mich in dieser Arbeit bedient habe.

## Technik.

Die Technik, deren ich mich bediente, war zweifach: Mazeration und Anfertigung von Zelloidin-Präparaten. Mazeration nach G. Schwalbe (l. c. S. 512) verwendete ich beim Absondern einzelner Haare und zwar auf diese Weise, daß durch Einlegen einzelner behaarter Hautstücke (deren Gefläche beinahe 0·5 cm betrug) in Glyzerin mit 25% Kohlensäure (Schwalbe empfiehlt für die feinere Haut des Putorius nur 2—15%) nach 24 Stunden in der Temperatur von 57° C das Hautgewebe ganz gelockert wurde. Das mazerierte Material übertrug ich in reines Glyzerin; hierauf wurden die einzelnen Haare mit Hilfe von zwei Nadeln und des Vergrößerungsglases gesondert und in einem Tropfen Glyzerin untersucht. Zum Zeichnen bediente ich mich des Reichert'schen Zeichenapparates, welcher mir von Prof. Dr. Maziarski gütigst geliehen wurde.

Die Querschnitte für die Untersuchung der Gruppenbildung der Haare wurden horizontal geführt. die zur Bestimmung der Dicke der Hautschichten vertikal. Dazu fertigte ich nach der allgemein bekannten Methode Zelloidinpräparate an, welche mit van Gissons Methode gefärbt wurden. Die Dicke der Schnitte betrug 8—10 $\mu$.

## A. Maul.

(Tafel XXII, Fig. 1—15).

Ich untersuchte hier speziell nur das s. g. Rehmaul. Die Spürhaare des polnischen Rotviehs wie auch des ungarischen Steppenviehs sind alle ohne Ausnahme wachsende, im Übergangsstadium zu Kolbenhaaren begriffene Papillenhaare. Während aber das ungarische Steppenvieh ein so stark pigmentiertes Haar besitzt, daß man außer den äußeren Rändern des Haares bei der mikroskopischen Untersuchung nichts sieht (Fig. 9, 10), so können wir bei dem polnischen Rotvieh ganz deutlich in der Haarmitte die Papile und den Blutkanal mit geronnenem Blute unterscheiden; dies ist möglich wegen der Anwesenheit der Papille, die in das Haar eindringt (Fig. 2). Die Spitze dieser Haare ist bei den zwei Rassen stumpf, abgerundet. Der Lauf der Haare ist ganz gerade; sie sind steif und stehen senkrecht gegen die Haut. Über diese Haare handelt Garzia (17), Kölliker (26. S. 224) und Schwalbe (47. S. 527, 537), und der letztgenannte Forscher schreibt ihnen wegen ihrer komplizierten Funktion eine längere Lebensdauer als anderen Haaren zu.

Die Mark-Grannenhaare haben einen sich bis an das Ende normal

verschmälenden Verlauf, aber bei dem polnischen Rotvieh sind es Kolben- (Fig. 4, 5), und bei dem ungarischen Steppenvieh Papillenhaare mit stark schwarz pigmentierter Papille (Fig. 11).

Die Wollhaare sind sehr charakteristisch und müssen als spindelförmig bezeichnet werden. Bei beiden Rassen sind es Kolbenwurzelhaare mit Marksubstanz; gleich über der Haut werden sie breiter und gleichzeitig beginnt an dieser Stelle auch das Mark, welches fast bis zu der Haarspitzte reicht, jedoch schon gegen die Spitze nur in kleine Stücke durchbrochen und ungleichmäßig ist. Diese Verbreiterung ist bei dem polnischen Rotvieh gleichsam unvermittelt und größer als bei dem ungarischen Steppenvieh, dessen im allgemeinen schwach pigmentiertes Haar auch farblos ist (Tafel XXII. Fig. 6, 7, 8, 13, 14, 15). Wie sich daraus klar ergibt, habe ich hier keine prinzipiellen Unterscheidungsmerkmale zwischen diesen beiden Rassen gefunden.

### B. Stirn.

(Tafel XXII. Fig. 16—29).

Die Mark-Grannenhaare sind hier bei beiden Rassen für die Stirnregion so typisch, daß man meiner Meinung nach seine Herkunft sofort erkennt. Es sind Papillenhaare, deren Papille bei dem ungarischen Steppenvieh stark schwarz pigmentiert und dessen Mark in dem unter der Haut befindlichen Teil bei beiden Rassen ebenfalls sehr stark pigmentiert ist, so daß es das Aussehen eines fast schwarzes Stieles hat; das beginnt und endet plötzlich. Dagegen ist der weitere Verlauf und die Pigmentierung des Markes normal, d. h. das Mark ist dünkler als die anliegenden Schichten und endet gegen die Haarspitze ungleichmäßig durchbrochen.

Außerdem fand ich bei beiden Rassen Kolbenhaare, die ich wegen ihrer Größe auch als Grannenhaare betrachten muß (Fig. 21, 22, 25, 26). Diese Haare haben normales Mark: es beginnt bei der Haarpapille und endet erst an der Haarspitze in ähnlicher Weise, wie oben beschrieben wurde.

An dieser Körperstelle habe ich bei beiden Rassen viele wachsende Haare gefunden, die noch in der Haut stecken wie dies auf Fig. 25, 26 zu sehen ist.

Die Wollhaare sind bei dem polnischen Rotvieh sehr fein, mark- und kolbenartig und verschmälen sich allmählich gegen das Haarende; sie sind schwach bogenartig gekrümmt. Bei dem ungarischen

Steppenvieh finden wir diese Wollhaare ein wenig steifer und stärker gekrümmt, sonst aber denen des polnischen Rotviehs gleich.

### C. Rücken mit dem Aalstrich.

(Tafel XXIII. Fig. 30—45).

Vor allem müssen wir hier noch eine Haargattung unterscheiden, und zwar die Haare des Aalstriches. Wir finden sie bei den beiden Rassen ganz verschieden und zwar sind sie bei dem polnischen Rotvieh sehr dünn, wellenartig gedreht aber nicht in einer Fläche, sondern um die Achse; es sind Mark - Kolbenhaare und diese verschmälen sich bis gegen die Spitze normal. Bei dem ungarischen Steppenvieh sind diese Haare viel steifer aber auch nur stark bogenartig gekrümmt mit tief-schwarzer Pigmentierung ungefähr bis zur Hälfte des Verlaufes, mit heller, scheinbar geknickter Spitze (Fig. 41). Das Mark ist bei ihnen von der Papille an bis zu der Haarspitze sichtbar.

In der Beschaffenheit der Grannenhaare finden wir folgende Unterschiede: bei dem polnischen Rotvieh finden wir Mark - Papillenhaare, die den Grannenhaaren des polnischen Rotviehs von der Stirne sehr ähnlich sind, sich aber von ihnen stark durch ihre Ausmessungen unterscheiden, wie es am deutlichsten aus der Tabelle auf S. 704 zu ersehen ist. Dieses Haar ist beim ungarischen Steppenvieh Kolbenhaar, mit dunklem, aber nicht stark hervortretendem Mark (Fig. 34, 35, 36, 42).

Die Mark-Wollhaare sind bei beiden Rassen sehr fein, sichelartig gekrümmt, aber bei dem polnischen Rotvieh ist die Krümmung noch stärker und dazu gesellt sich noch die spindelförmige Ausdehnung.

Wir finden also hier spezielle Unterscheidungsmerkmale sowohl in den Haaren des Aalstriches wie auch in den Grannen- und Wollhaaren.

### D. Bauch.

(Tafel XXIII. Fig. 46—63).

Bei beiden Rassen finden wir an dieser Körperstelle Grannenhaare von gleicher Beschaffenheit: teils sind es wachsende Papillen- und teils ausfallende Kolbenhaare. Bei dem polnischen Rotvieh ist die Pigmentierung deutlich, bei dem ungarischen Steppenvieh sind diese Haare grauweiß (farblos) und stark bogenartig gekrümmt.

Das Mark ist, was den Haardurchmesser anbetrifft, sehr schmal, wie wir es bisjetzt nirgends gefunden haben. Die Wollhaare sind bei dem polnischen Rotvieh nur Kolben-, dagegen bei dem ungarischen Steppenvieh nur Papillenhaare, d. h. wachsende Haare; es gibt hier aber auch noch mehr grundsätzliche Unterschiede. Denn während sie sich bei dem polnischen Rotvieh allmählich gegen die Spitze verschmälen, dabei auch ein sehr schmales Mark haben und bogenartig gekrümmt sind, so sind sie bei dem ungarischen Steppenvieh spindelförmig (also im Gegensatz zu den Wollhaaren des Rumpfes) und zwar auf diese Weise, daß sie unmittelbar über der Hautoberfläche flach werden und zur größten Ausdehnung gelangen und erst dann normal verlaufen, d. h. sich gegen das Haarende allmählich verschmälen. Das Mark ist an der spindelförmigen Ausdehnungsstelle verhältnismäßig sehr breit.

Zur Veranschaulichung der Beschreibung dient Fig. 58. Spezielle Ziffern finden wir in der Tabelle auf S. 704—705.

Die Wollhaare des ungarischen Steppenviehs sind farblos, weiß.

### E. Schwanz.

(Tafel XXIV. Fig. 64—80).

Außer den Grannen- und Wollhaaren ist hier noch eine dritte Haargattung vertreten und zwar die der Schwanzspitze. Diese langen Haare sind bei beiden Rassen stark pigmentiert (braun bei dem polnischen Rot- und schwarz bei dem ungarischen Steppenvieh) mit relativ genommen ziemlich breitem Mark, welches nahe an der Haarbasis sehr dunkel wie eine zusammengeballte, massiv dunkle Masse aussieht, die aber weiter immer heller und durchsichtiger wird (Fig. 64, 65, 71—74).

Die Grannenhaare, welche den ganzen Schwanz bedecken, sind dagegen keine wachsenden, sondern Kolbenhaare und haben bei dem polnischen Rotvieh kompakt dunkel pigmentiertes Mark, während dieses bei dem ungarischen Steppenvieh ungleichmäßig zusammengeballt ist, so daß es aussieht, als wäre es abwechselnd aus helleren und dünkleren Schichten zusammengesetzt (Fig. 76).

Die an der Bauchpartie befindlichen Wollhaare sind, wie schon oben erwähnt wurde, bei beiden Rassen verschieden. Bei dem polnischen Rotvieh finden wir es als Papillen- und Kolbenhaare mit kaum merklichem Mark (— sie könnten fast als marklos bezeichnet werden! —) und verschmälen sich gegen die Spitze gleichmäßig. Da-

gegen besitzt das ungarische Steppenvieh deutliche Mark-Wollhaare, deren kolbenartige Ausdehnung gegen die Mitte des Laufes stattfindet, so daß diese Wollhaare eben dadurch sich von den Bauchwollhaaren des ungarischen Steppenviehs unterscheiden (Fig. 58, 78). Wie bei dem polnischen Rotvieh, sind auch hier diese Wollhaare Papillen- und Kolbenhaare aber diese letzteren sind viel zahlreicher.

Das Untersuchungsmaterial habe ich, wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, teilweise (ungarisches Steppenvieh) auf dem Postwege zugesendet bekommen und teilweise (polnisches Rotvieh) selbst in der Gegend von Kęty (West-Galizien) gesammelt. So kommt es, daß ich von dem polnischen Rotvieh noch außerdem Ohrhaare und von dem ungarischen Steppenvieh Achselhaare besitze und mir analoges Material von der anderen Rasse fehlt. Deshalb lasse ich hier eine nur einseitige Beschreibung folgen, zu deren Illustration zwei Tafeln und die Zahlen in der Tabelle auf S. 704—705 dienen mögen.

### F. Achselhöhle des ungarischen Steppenviehs.

(Tafel XXIV. Fig. 81—85).

Die Mark-Grannenhaare sind hier größtenteils kolbenartig mit charakteristich breitem und sichtbarem Mark und verschmälen sich normal gegen die Haarspitze.

Die Kolben-Wollhaare sind typisch spindelförmig und identisch mit denen, welche früher als Bauch-Wollhaare bezeichnet wurden. Sowohl die Grannen wie auch die Wollhaare sind hier pigmentfrei.

### G. Ohrmuschel des polnischen Rotviehs.

(Tafel XXIV. Fig. 86—92).

Wir finden an der inneren Fläche der Ohrmuschel drei Haargattungen und zwar: lange, steife, hier speziell vorkommende Ohrhaare, ferner Grannen- und Wollhaare.

Die charakteristischen Haare der inneren Ohrmuschel sind gerade Kolbenhaare, haben deutlich sichtbares Mark und verschmälen sich normal bis zu der Haarspitze. Die Mark-Grannenhaare sind nur schmäler als die eben genannten und kolbenartig; die Wollhaare endlich besitzen ein kaum merkbares Mark, sind sehr fein und ein wenig pigmentiert.

Um die Resultate der Unterschiede zwischen den Haaren der verschiedenen Regionen des Rindskörpers zusammenzustellen, lasse

ich auf der nächsten Seite eine die Maßverhältnisse illustrierende Tabelle und dann eine Zusammenfassung der Unterschiede in Bau und Abriß der Haare folgen.

(Siehe Tabelle Seite 704—705).

Wir finden am Maul und an der Stirne keine wesentlichen Unterschiede. Am Rücken sind die Haare des Aalstriches bei dem polnischen Rotvieh lang, flau und wellenartig (Fig. 30.), und bei dem ungarischen Steppenvieh steifer, bogenartig gekrümmt bis zur Hälfte des Laufes tief pigmentiert, mit heller und gleichsam geknickter Spitze. Die Grannenhaare des Rückens sind bei dem polnischen Rotvieh sehr charakteristisch, haben tief-dunkel pigmentiertes Mark, was wir bei dem ungarischen Steppenvieh nicht finden. Die Wollhaare sind hier bei dem polnischen Rotvieh ein wenig spindelförmig, verschmälen sich dagegen bei dem ungarischen Steppenvieh allmählich gegen die Haarspitze.

An der Bauchpartie finden wir in den Wollhaaren große Unterschiede, denn während sie sich bei dem polnischen Rotvieh allmählich gegen die Haarspitze verschmälen, so sind sie bei dem ungarischen Steppenvieh typisch spindelförmig und zwar so, daß diese Ausdehnung gleich an der Basis stattfindet. Dieselben Unterschiede finden wir in den Wollhaaren der Schwanzspitze aber nur mit diesem Unterschiede, daß hier bei dem ungarischen Steppenvieh diese spindelförmige Ausdehnung in der Mitte des Haarlaufes und nicht gleich über der Haarwurzel beginnt.

Das sind die wichtigsten Unterschiede, zu welchen wir auf Grund des noch bis jetzt besprochenen Materials gelangt sind.

### Ergänzung der Tabelle auf S. 704 u. 705.

Unter „Mittellauf“ verstehe ich (wenn sich das Haar von der Basis an normal gegen seine Spitze verschmält) den Mittelteil seiner Länge, d. h. die Stelle, wo das Haar am breitesten ist, und von da allmählich schmäler wird. Als „die größte Ausdehnung des Haarlaufes“ bezeichne ich bei spindelförmigen Haaren die größte Breite der Ausdehnung; z. B. wenn die Wollhaare über der Haut sich plötzlich verbreitern und sich erst in ihrem weiteren Laufe gegen die Spitze allmählich verschmälen, so verstehe ich unter dem Mitteldurchmesser dieser Ausdehnung die oben erwähnte „größte Ausdehnung des Haarlaufes“.

Andere Abkürzungen, deren ich mich bedient habe, sind:

Spürh. = Spürhaar der Oberlippe. Grannh. = Grannenhaar. Wollh. = Wollhaar. Aalstr. = Aalstrich. Schwanz. = Schwanzspitze.

Hier mögen noch die in der Tabelle übergangenen Ziffern folgen.

### Ohrhaare des polnischen Rotviehs.

| | Basis | Mittellauf | Mark | Spitze | Länge |
|---|---|---|---|---|---|
| Grannh. | 0·226 | 0·106 | 0·026 | 0·013 | 13·5 |
| Wollh. | 0·039 | 0·026 | — | 0·013 | 5·0—6·0 |

### Achselhaare des ungarischen Steppenviehs.

| | Basis | Mittellauf | Mark | größte Breite | Mark | Spitze | Länge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grannh. | 0·106 | 0·066 | 0·053 | — | — | 0·006 | 8·0—9·0 |
| Wollh. | 0·026 | — | — | 0·046 | 0·033 | 0·006 | 4·0—6·0 |

Alle diese Ziffern sind Durchschnittsziffern von je 15 Messungen für jede Ziffer und in m/m Skala angegeben.

### Gruppenbildung der Haare.

Ich gehe jetzt zu einer wichtigen Frage über, nämlich zur Gruppenbildung der Haare in der Haut in bezug auf deren Dichtigkeit, auf Gestalt und Dimensionen der Querschnitte und auf die in innigem Zusammenhange hiermit stehende Anzahl der Talgbalgdrüsen.

Die Dichtigkeit d. h. die Anzahl der Haare auf der Oberfläche eines cm² ist auf den früher besprochenen Partien ganz verschieden und das hängt von der Breite der Verteilung der Haare, wie auch von der Dimension des Querschnittes ab. Was den letzten Punkt anbelangt, so muß hervorgehoben werden, daß mit der Dicke der Haare sich deren Anzahl auf einem cm² verringert, obwohl der Pelz dichter erscheint. Das ergibt sich klar aus meinen Untersuchungen, und übrigens hat es schon früher G. Schwalbe nachgewiesen (47. S. 552).

### Durchschnittliche Anzahl der Haare auf einem cm².

| | Stirn | Bauch | Maul | Rücken | Schwanz |
|---|---|---|---|---|---|
| polnisches Rotvieh | 243·7 | 181·3 | 112·0 | 101·1 | 128·4 |
| ungarisches Steppenvieh | 260·4 | 223·8 | 119·4 | 93·6 | 41·4 |

Augenfällig ist vor allem die größere Anzahl der Haare bei dem ungarischen Steppenvieh als bei dem polnischen Rotvieh und wir können diese Erscheinung auf den Einfluß des Klimas zurückführen. Nur an der Schwanzspitze ist die Zahl der Haare bei dem Steppenvieh viel kleiner; die Erklärung für diese Erscheinung ergibt sich klar aus den Tabellen, wo die Haar-Querschnitte bei dem

Die Dimensionen des Laufes der Haare und deren Länge[1]).

| | Maul | | | | | | Stirn | | | | Rücken | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | poln. Rotv. | | | ung. Steppenv. | | | poln. Rotv. | | ung. Steppenv. | | poln. Rotv. | | |
| | Spürh. | Grannh. | Wollh. | Spürh. | Grannh. | Wollh. | Grannh. | Wollh. | Grannh. | Wollh. | Aalstr. | Grannh. | Wollh. |
| Basis: Kolben oder Papille | 0·405 | 0·106 | 0·039 | 0·379 | 0·079 | 0·053 | 0·146 | 0·059 | 0·093 | 0·046 | 0·066 | 0·146 | 0·026 |
| Mittel-Lauf | 0·213 | 0·073 | — | 0·179 | 0·099 | — | 0·093 | 0·039 | 0·066 | 0·053 | 0·059 | 0·106 | — |
| Mark | 0·066 | 0·026 | — | — | 0·046 | — | 0·032 | 0·013 | 0·046 | 0·019 | 0·019 | 0·046 | — |
| Spitze | 0·133 | 0·013 | 0·006 | 0·093 | 0·032 | 0·006 | 0·013 | 0·006 | 0·013 | 0·013 | 0·013 | 0·013 | 0·009 |
| Größte Ausdehnung | — | — | 0·041 | — | — | 0·006 | — | — | — | — | — | — | 0·029 |
| Mark | — | — | 0·026 | — | — | 0·026 | — | — | — | — | — | — | 0·013 |
| Haarlänge: Mittelzahl | 16·5 | 10·0 | 7·0 | 16·25 | 9·5 | 6·0 | 16·0 | 6·25 | 15·0 | 6·0 | 28·0 | 8·0 | 4·0 |
| Haarlänge: Maximum | 18·0 | 12·0 | — | 19·0 | 12·0 | — | 19·0 | 7·0 | — | 7·5 | — | — | — |
| Haarlänge: Minimum | 15·0 | 8·0 | — | 13·5 | 7·0 | — | 13·0 | 5·5 | — | 4·5 | — | — | — |

[1]) Alle Ziffern sind in mm angegeben und sind Durchschnittsziffern von ungefähr 15 Abmessungen.

| | Rücken | | | Bauch | | | | Schwanz | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ung. Steppenv. | | | poln. Rotv. | | ung. Steppenv. | | poln. Rotv. | | | ung. Steppenv. | | |
| | Aalstr. | Grannh. | Wollh. | Grannh. | Wollh. | Grannh. | Wollh. | Schwanz. | Grannh. | Wollh. | Schwanz. | Grannh. | Wollh. |
| Basis: Kolben oder Papille | 0·226 | 0·126 | 0·026 | 0·159 | 0·046 | 0·146 | 0·039 | 0·412 | 0·119 | 0·073 | 0·412 | 0·226 | 0·053 |
| Mittel-Lauf | 0·093 | 0·053 | 0·039 | 0·086 | 0·026 | 0·073 | 0·033 | 0·146 | 0·079 | 0·053 | 0·133 | 0·104 | — |
| Mark | 0·046 | 0·039 | 0·019 | 0·019 | 0·006 | 0·039 | 0·013 | 0·066 | 0·026 | — | 0·079 | 0·039 | — |
| Spitze | 0·013 | 0·006 | 0·009 | 0·013 | 0·006 | 0·006 | 0·006 | — | 0·013 | 0·013 | — | 0·013 | 0.013 |
| Größte Ausdehnung | — | — | — | — | — | — | 0·053 | — | — | — | — | — | 0·066 |
| Mark | — | — | — | — | — | — | 0·026 | — | — | — | — | — | 0·039 |
| Haarlänge: Mittelzahl | 22·25 | 6·25 | 2·25 | 13·0 | 5·0 | 16·0 | 6·0 | — | 7·25 | 3·5 | — | 8·0 | 5·0 |
| Haarlänge: Maximum | [1] | 7·0 | 2·5 | 16·0 | 7·0 | 18·0 | 7·0 | — | 8·5 | 5·0 | — | 9·0 | 6·0 |
| Haarlänge: Minimum | | 6·0 | 2·0 | 10·0 | 4·0 | 14·0 | 5·0 | — | 6·0 | 2·0 | — | 7·0 | 4·0 |

[1] Der untere schwarz-pigmentierte Teil 9·0—11·5
Der obere grauweiße Teil 11·0—13·0
Die ganze Haarlänge 22·25.

polnischen und dem ungarischen Vieh zusammengestellt sind. Weiter unter (S. 707.) lasse ich eine Tabelle der Dimensionen der Querschnitte folgen, da die ziffernmäßige Zusammenstellung die Vergleichung erleichtert.

Die Zahl der Rückenhaare ist bei beiden Rassen fast gleich, denn die Differenz von kaum 7·5 Haaren liegt bei einem solchen Material wie das Haar schon innerhalb der Fehlergrenze.

Das dichteste Haar findet sich bei beiden Rassen an der Stirn und am Bauche, dann folgen erst: das Maul, der Rücken und zuletzt der Schwanz. In dieser Folge habe ich auch die Ziffern zusammengestellt. Die Dichtigkeit der Haare am Bauche illustrieren uns am besten die Querschnittstabellen.

### A. Anordnung der Haargruppen.

Eigentliche Gruppenbildung der Haare finden wir hier an dem Maul und an der Stirne nicht, denn sowohl die Grannen- wie auch die Wollhaare sind nicht gruppenweise angeordnet, sondern gleichmäßig auf der Hautoberfläche verteilt. Die Anordnung der Haare am Bauche möchte ich am besten als ein Übergangsstadium zwischen der Gruppenbildung an den zwei oben erwähnten Stellen und den typischen Haargruppen, bezeichnen. Das illustriert Fig. 93 und 94; aus diesen ersieht man, daß bei dem polnischen Rotvieh die Haare zu 2—3 und bei dem ungarischen Steppenvieh noch zu mehr angeordnet sind, um welche sich Wollhaare ohne jede bestimmte Ordnung gruppieren. Etwas ähnliches sehen wir am Rücken des ungarischen Steppenviehs aber mit dem Unterschied, daß um ein Grannenhaar etwa 2—5 Wollhaare herumstehen. Dagegen ist die Verteilung der Haare am Rücken des polnischen Rotviehs ganz ordnunglos.

Eine regelmäßige Verteilung ist am Schwanze zu finden, wo alle Haare reihenweise quer zur Länge des Schwanzes stehen. Hier überwiegen vor allem die Haare der Schwanzspitze von typisch ovalem Querschnitt zwischen welchen die Grannen- und Wollhaare in Reihen angeordnet liegen. Bei dem ungarischen Steppenvieh ist das Haar viel schütterer (vide Tabelle S. 703.).

### Die Querschnitte.

Trotzdem ich keine Unterschiede in den Haardurchschnitten an analogen Körperstellen bei den zwei Rassen gefunden habe, so

muß ich doch: a) bei den Unterschieden in der Form der Querschnitte an verschiedenen Köperstellen eines Individuums, b) bei den Unterschieden in den Abmessungen dieser Querschnitte ein wenig verweilen.

Die nachstehende Tabelle gestattet eine klare Übersicht der Querschnitte, deren Beschreibung auch unten folgt.

Der Durchmesser der Haardurchschnitte.

| | Maul | | | Stirn | | | Rücken | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spürh. | Grannh. | Wollh. | Grannenh. | | Wollh. | Grannenh. | | Wollh. |
| | oval | | | a/a | b/b | oval | a/a | b/b | oval |
| polnisches Rotvieh | 0·175 | 0·099 | 0·036 | 0·066 | 0·086 | 0·026 | 0·081 | 0·126 | 0·024 |
| ungariches Steppenvieh | 0·152 | 0·093 | 0·037 | 0·066 | 0·079 | 0·026 | 0·079 | 0·099 | 0·026 |
| Differenz | 0·023 | 0·006 | 0·001 | — | 0·007 | — | 0·002 | 0·027 | 0·002 |

| | Bauch | | | Schwanz | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Grannenh. | | Wollh. | Grannenh. | | Wollh. |
| | a/a | b/b | oval | a/a | b/b | oval |
| polnisches Rotvieh | 0·066 | 0·115 | 0·033 | 0·066 | 0·086 | 0·026 |
| ungarisches Steppenvieh | 0·053 | 0·077 | 0·021 | 0·066 | 0·079 | 0·026 |
| Differenz | 0·013 | 0·038 | 0·012 | — | 0·007 | — |

Unter a/a verstehe ich den kürzeren und unter b/b den längeren Durchmesser der Ellipse.

Maul. Sowohl die Spür- wie auch die Grannen- und Wollhaare müssen wir bei beiden Rassen im Querschnitt als oval ansehen. Dagegen ergeben sich Unterschiede zwischen den Haargruppen und den Rassen aus den Ziffern-Differenzen. In den Spürhaaren

des polnischen Rotviehs beträgt der Durchmesser des Querschnittes 0·175 mm, bei dem ungarischen Steppenvieh 0·152 mm, die Differenz also 0·023 mm. Berücksichtigt man, wie klein die Dimensionen sind, so wird die scheinbar geringe Differenz als ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gelten müssen. In den Dimensionen der Grannen- und Wollhaare (jedes für sich genommen) finden wir keinen nennenswerten Unterschied.

Ich mache aber schon jetzt auf die größere Haardicke beim polnischen Rotvieh im Gegensatz zu dem ungarischen Steppenvieh aufmerksam, was übrigens später alle Ziffern stets beweisen werden und was ich bereits früher bei der Besprechung der Spürhaare erwähnt habe. Als Illustration mögen spezielle Ziffern in der Tabelle S. 707 dienen.

S t i r n. Die Grannenhaare haben hier sehr schwach elliptischen, bei dem ungarischen Steppenvieh fast ovalen Querschnitt, da die Differenz der beiden Durchmesser kaum 0·013 mm und bei dem polnischen Rotvieh 0·02 mm beträgt. Die Prävalenz spricht wieder zugunsten der letzten Rasse. Die Wollhaare sind hier sehr fein und deren Querschnitte bei beiden Rassen gleich. Dieselbe Größe des Querschnittes (0·026) findet sich überall in den Wollhaaren außer am Maul und am Schwanz.

R ü c k e n. Die Grannenhaare des polnischen Rotviehs sind hier im Querschnitte stark elliptisch, so daß die Differenz der beiden Durchmesser 0·045 und bei dem ungarischen Steppenvieh nur die Hälfte, d. i. 0·02 beträgt. Die Wollhaare sind fast oval, 0·024—0·026 mm im Durchmesser.

B a u c h. Dasselbe charakteristische Merkmal wie für die Grannenhaare am Rücken finden wir auch hier, sowohl in den Dimensionen, wie auch in den Unterschieden bei beiden Rassen. Nur sind die Wollhaare des polnischen Rotviehs dicker, da ihr Durchmesser 0·033 mm beträgt. Wenn wir jetzt Fig. 93, 94. betrachten, so fällt uns vor allem die Dichtigkeit der gruppenweisen Anordnung der Haare auf, was übrigens am bestem die Tabelle S. 703. illustriert.

S c h w a n z. Die Haare der Schwanzspitze sind bei dem polnischen Rotvieh größtenteils elliptisch (Fig. 95.), aber es finden sich auch oft solche Haare die im Querschnitte fast oval erscheinen, deshalb beträgt auch die Differenz der beiden Durchmesser nur 0·019, d. i. fast 0·01 mm. Dagegen ist bei dem ungarischen Steppenvieh das Haar an dieser Stelle typisch elliptisch, die Differenz

beträgt 0·084. Im Vergleich mit dem polnischen Rotvieh haben wir hier einen Unterschied von 0·064 mm (Fig. 96).

Die Wollhaare sind bei dem polnischen Rotvieh um 0·02 mm dicker als die des ungarischen Steppenviehs und müssen bei den zwei Rassen als oval bezeichnet werden.

### Das Klima.

Trotzdem wir bereit sind, den Einfluß des Klimas als unwiderlegliche Tatsache anzunehmen, so ist es doch nicht leicht, den Zusammenhang zwischen Wirkung und Folge zu zeigen. Deshalb werde ich auch bei der Besprechung der Folgeerscheinungen des Klimas für diese streng wissenschaftliche Begründung suchen, oder wo dies nicht angeht, die Schlüsse als w a h r s c h e i n l i c h und nicht als zwingend hinstellen. Jedenfalls können wir als sicher annehmen, daß das Klima ebenfalls mittelbar, wenn schon nicht unmittelbar, auf die Haut und die Haare einen Einfluß ausübt.

Schwalbe stellt in seinen Ausführungen über den Einfluß des Klimas die Behauptung auf, „.... daß man dem Winterkleid der nordischen Säugetiere eine größere Dichte des Pelzes zuschreibt“. Zur Begründung dieser Behauptung führt er seine eigenen Beobachtungen an und (l. c. S. 547.) schreibt, daß das Hermelin (an dem er seine Untersuchungen durchgeführt hat) im Winter und gegen das Ende des Aprils (d. h. nach der Frühlingshaarwechsel) die gleiche Anzahl von Haaren hat, daß aber das Haar „in den eigentlichen Haarwechsel-Perioden“ dichter ist, weil in dieser Jahreszeit „zwei Generationen, also eine doppelte Anzahl von Haaren“ nebeneinander bestehen. Ich will hier nur noch bemerken, daß das Material, dessen ich mich bediente, aus den Wintermonatem und nicht aus der Haarwechselperiode stammte, also nur eine Haargeneration hatte.

Ferner finden wir bei Schwalbe folgende Bemerkung (l. c. S. 552): „.... wenn nun diese größere Dichtigkeit nicht durch eine größere Zahl von Haaren bedingt ist, so kann sie durch größere Länge und D i c k e der einzelnen Haare erreicht werden“. Ich zitiere dies deshalb, da ich nach meinem Untersuchungen nicht nur eine volle Bestätigung für G. Schwalbes Behauptung gefunden habe, sondern sie auch dahin verallgemeinern kann, daß die „Dichtigkeit“ des Pelzes bei einem und demselben Tiere im Winter sich von dem Sommerkleid nur durch Dicke und Länge der einzelnen Haare und nicht durch Dichtigkeit unterscheidet, ferner daß diese Er-

scheinung nicht nur bei einem und demselben Exemplar in verschiedenen Jahreszeiten, sondern auch bei Tieren einer und derselben Gattung, die in verschiedenen Klimaten leben, zutage tritt. Dies geht auch aus den früher angeführten Ziffern und Tabellen (S. 707) klar hervor.

Zur besseren Begründung meiner Behauptung über die klimatischen Unterschiede gebe ich eine Tabelle von zwei metereologischen Stationen (Mitrovica und Pancsowa) aus Süd-Ungarn, die im Bezirke von Peterwarde liegen und von wo mein Untersuchungsmaterial stammt, und in Anschluß daran auch noch die klimatischen Ziffern von Wadowice und Żywiec. (Die Stadt Kęty liegt in der Mitte zwischen diesen zwei Stationen).

Aus der Tabelle (S. 710) ersieht man, daß die Temperatur in Ungarn viel wärmer ist und daß nur die Wasserniederschläge in Süd-Galizien (Kęty) um 220·3 m/m höher sind.

**Petrovaradin-Kęty [1]).**

| | Mitteltemperatur °C | | Mittelere Menge Wasserniederschläge in m/m | |
|---|---|---|---|---|
| | im Winter (Dezemb. Jan. Febr.) | Jährlich | im Winter (Dezemb. Jan. Febr.) | Jährlich |
| Mitrovica | + 0·2 | + 11·7 | 46·3 | 697·5 |
| Pancsova | + 0·52 | + 11·5 | 42·2 | 554·0 |
| Wadowice | — 0·38 | + 9·1 | 26·2 | 578·8 |
| Żywiec | — 0·05 | + 8·6 | 34·9 | 1112·2 |
| Mitteltemp. für Süd-Ungarn | + 0·36 | + 11·6 | 44·2 | 625·2 |
| Mitteltemp. für Süd-Galizien | — 0·21 | + 8·8 | 30·5 | 845·5 |
| Differenz | + 0·15 | + 2·8 | 13·7 | 220·3 |

[1]) 1. A. M. Kor. Országo. Metereológiai és földmágnességi intézet Évkönyvei. Budapest.

2. Materyały do klimatografii Galicyi. Komisya fizyograficzna Akademii Umiej. Kraków.

Bezüglich des klimatischen Einflusses auf die Dicke der Haut habe ich folgende Maße in den Querschnitten in mm erhalten: (E = epidermis; C = Stratum corneum; M = Stratum Malpighii).

| | Maul | | | Stirn | | | Rücken | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E. | C. | M. | E. | C. | M. | E. | C. | M. |
| polnisches Rotvieh | 0·11 | 0·0199 | 0·088 | 0·06 | 0·023 | 0·039 | 0·051 | 0·0199 | 0·031 |
| ungarisches Steppenvieh | 0·16 | 0·026 | 0 134 | 0 1 | 0·023 | 0·077 | 0·065 | 0·0166 | 0·049 |

| | Bauch | | | Schwanz | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | E. | C. | M. | E. | C. | M. |
| polnisches Rotvieh | 0·065 | 0·013 | 0·051 | 0·098 | 0·022 | 0·076 |
| ungarisches Steppenvieh | 0·072 | 0·011 | 0·061 | 0·138 | 0·053 | 0·085 |

Wir sehen also, daß bei dem ungarischen, in einem wärmeren Klima lebenden Steppenvieh sich eine dickere Epidermis mit Prävalenz des Stratum Malpighii findet. Dieselbe Tatsache hat Schwalbe bei dem Hermelin im Winter und Sommer gefunden. Er sagt (l. c. S. 562/3.) „.... eine größere Dicke der Epidermis beim Sommerhermelin kommt auf Rechnung des Stratum Malpighii".

Zum Schluß seien mir noch einige Worte über die Talgbalgdrüsen (gland. seb.) gestattet. Charakteristisch ist deren Anzahl, welche bei dem ungarischen Steppenvieh im Vergleich mit dem polnischen Rotvieh weitaus größer ist, d. h. daß das Haar der Südrassen mehr fettig ist. Auffallend ist endlich die verhältnismäßig sehr geringe Zahl der Talgdrüsen, oder besser gesagt, deren Mangel in der Schwanzpartie, und nur hier finden wir — was die Anzahl anbelangt — eine Prävalenz bei dem polnischen Rotvieh.

---

Wenn spezielle Studien über die Behaarung des Rindes befriedigend behandelt werden sollen, so müßte das Haar in den vier Jahreszeiten untersucht werden, denn nur in diesem Falle wäre das Studium erschöpfend. Meiner Meinung nach dürfte man sich nicht

nur auf die von mir bearbeiteten Körperpartieen beschränken, denn wenn jemand sich einmal für Untersuchungen über Wachstum und Entwicklung der Haare bei dem Rinde von der embryonalen Entwicklung angefangen interessiert, so ist er gezwungen auch die Behaarung der Füße zu untersuchen. Ich will hier nur kurz bemerken, daß das Wachstum der Haare, so viel ich es an geworfenen Kälbern gesehen habe, zentrifugal ist. Es steht hier aber wieder der Kostenpunkt im Wege.

Und im allgemeinen muß es befremden, daß bis jetzt niemand spezielle Studien über Wachstum, Bau, Art der Haare u. s. w. beim Rind am ganzen Körper überhaupt in Angriff genommen hat, da doch über Viehzucht so viel gesprochen und geschrieben wird.

### Resultate meiner Untersuchungen.

An verschiedenen Körperteilen des Rindes (— untersucht wurden hier nur zwei Rassen: das polnische Rotvieh und das ungarische Steppenvieh —) ist das Haar an einem und demselben Individuum verschieden. Zwischen den beiden Rassen finden wir die wichtigsten Unterschiede in den Wollhaaren des Rückens, des Bauches und des Schwanzes, ferner in den Haaren des Aalstriches, der Schwanzspitze und in den Grannenhaaren des Rückens.

Der Querschnitt der Haare ist beim polnischen Rotvieh — unabhängig von der Stelle — größer als bei dem ungarischen Steppenvieh, was ich als Folgeerscheinung des Klimas hinzustellen geneigt bin. Die Differenzen in der Form der Haarquerschnitte sind zwischen den beiden Rassen verschwindend gering.

Die Haargruppenbildung oder unregelmäßige Verteilung aller Haare an einer Körperpartie finden wir bei beiden Rassen gleich, mit Ausnahme des Rückens; bei dem ungarischen Steppenvieh nämlich sehen wir, daß um ein Grannenhaar etwa 2—5 Wollhaare herumstehen. Dagegen ist beim polnischen Rotvieh die Verteilung der Haare am Rücken ganz ordnunglos.

Die Epidermis-Schicht ist dicker bei dem ungarischen Steppenvieh infolge der Prävalenz des Stratum Malpighii.

Talgbalgdrüsen (gland. sebac.) finden wir in größerer Anzahl bei dem ungarischen Steppenvieh, d. h. daß das Haar des polnischen Rotviehs weniger fett ist. Nur am Schwanze, wo überhaupt die Talgdrüsen in sehr geringer Anzahl vorhanden sind, finden wir sie in größerer Anzahl beim polnischen Rotvieh.

Die Anzahl der Haare auf der Oberfläche eines $cm^2$ ist bei dem ungarischen Steppenvieh viel größer, als bei dem polnischen Rotvieh, d. h. daß dieses letztere eine weniger dichte Behaarung trägt.

---

Diese Arbeit habe ich in dem Veterinär- und Mikrobiologischen Institute des Herrn Prof. Dr. J. Nowak in Krakau ausgeführt, dem ich für die mir freundlich gegebene Erlaubnis, in seiner Anstalt zu arbeiten, an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Ich fühle mich auch zur Dankbarkeit gegen Herrn Dr. Kania verpflichtet, der mich in diesem Institute mit größter Bereitwilligkeit genauer in die Technik der Histologie eingeführt und während dieser Arbeit nicht selten mit seinen geschätzten Ratschlägen in zuvorkommender Weise beigestanden hat.

## Erklärung der Tafeln[1].

Tafel XXII. *Polnisches Rotvieh* — Maul. Fig. 1—3. Spürhaare; Fig. 4, 5. Grannenhaare; Fig. 6—8. Wollhaare.

Tafel XXII. *Ungarisches Steppenvieh* — Maul. Fig. 9, 10. Spürhaare; Fig. 11, 12. Grannenhaare; Fig. 13—15. Wollhaare.

Tafel XXII. *Polnisches Rotvieh* — Stirn. Fig. 16, 17, 21, 22. Grannenhaare; Fig. 20. ein wachsendes Haar in der Haut steckend; Fig. 18, 19. Wollhaar.

Tafel XXII. *Ungarisches Steppenvieh* — Stirn. Fig. 23—26. Grannenhaare; Fig. 27—29. Wollhaare.

Tafel XXIII. *Polnisches Rotvieh* — Rücken. Fig. 30. die wellenartige Drehung der Haare des Aalstriches (nat. Größe); Fig. 31—33. das Haar des Aalstriches; Fig. 42. Grannenhaare; Fig. 37—38. Wollhaare.

Tafel XXIII. *Ungarisches Steppenvieh* — Rücken. Fig. 39—41. das Haar des Aalstriches; Fig. 42. Grannenhaar; Fig. 43—45. Wollhaare.

Tafel XXIII. *Polnisches Rotvieh* — Bauch. Fig. 46—49. Grannenhaare; Fig. 50—55. Wollhaare.

Tafel XXIII. *Ungarisches Steppenvieh* — Bauch. Fig. 56, 57. Grannenhaare; Fig. 58—63. Wollhaare.

Tafel XXIV. *Polnisches Rotvieh* — Schwanz. Fig. 64—65. Haare der Schwanzspitze; Fig. 66, 67. Grannenhaare; Fig. 68—70. Wollhaare.

Tafel XXIV. *Ungarisches Steppenvieh* — Schwanz. Fig. 71—74. Haare der Schwanzspitze; Fig. 75, 76. Grannenhaare; Fig. 77—80. Wollhaare.

[1] Alle Tafeln von XXII—XXIV. Fig. 1—92 (inkl.) sind von Mazerations-Präparaten mit 87·5 facher Vergrößerung gezeichnet. Reicherts Okular und Objektiv Nr. 3.

Die Tafeln XXV. Fig. 93—96 sind von Zelloidin-Präparaten mit 30 facher Vergrößerung gezeichnet. Reicherts Okular Nr. 3. und Lupe.

Tafel XXIV. *Ungarisches Steppenvieh* — Achsel. Fig. 81, 82. Grannenhaare; Fig. 83—85. Wollhaare.

Tafel XXIV. *Polnisches Rotvieh* — Ohr. Fig. 86 — 88. das Haar der inneren Ohrmuschel; Fig. 89. Grannenhaare; Fig. 90—92. Wollhaare.

Tafel XXV. *Polnisches Rotvieh* — Bauch. Fig. 93. Haargruppenbildung.

Tafel XXV. *Ungarisches Steppenvieh* — Bauch. Fig. 94. Haargruppenbildung.

Tafel XXV. *Polnisches Rotvieh* — Schwanz. Fig. 95. Haargruppenbildung.

Tafel XXV. *Ungarisches Steppenvieh* — Schwanz. Fig. 96. Haargruppenbildung.

## Literatur.

1. Aeby Chr. Die Herkunft des Pigments im Epithel. Mediz. Zentralbl. Nr. 16. 1885.

2. Bachmann I. Observations on the changes of colour in birds and quadrupeds. Transactions of the American philosophical society. Vol. VI. Philadelphia 1839. Article IV. p. 197—239.

3. Boccardi G. ed Arena A. Contribuzione all'istologia e fisiologia dello stelo dei peli umani. Rendiconto dell'Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Anno XVI. Napoli 1877. p. 99—105.

4. Bonnet R. Haut und Anhänge. Ellenberger, Vergleichende Histologie der Haussäugetiere. Berlin 1887.

5. Brehm. Tierleben, 2. Aufl. Säugetiere. Bd. I, II.

6. von Brunn A. Haut (Integumentum commune), Sinnesorgane, bearbeitet von Brunn, Schwalbe G., Siebenmann, Kuhnt; Jena, Gust. Fischer 1897.

7. Caspary J. Über den Ort der Bildung des Hautpigmentes. Archiv für Dermatol u. Syphilis. Bd. 23. S. 3—8, 1891.

8. Darvin Ch. The Expression of the Emotions in Man and Animals. London 1872. Capit. III.

9. Darvin Ch. Über die Enstehung der Arten. Stuttgart 1870. S. 19.

10. Dietl. Untersuchungen über Tasthaare. I. Sitzungsber. der Wien. Akad. 64. Bd. 1871.; II. ebenda 66. Bd. 1872; III. ebenda 68. Bd. 1875.

11. Eble B. Die Lehre von den Haaren. 2 Bd. Wien. 1831.

12. Ebner V. v. Mikroskopische Studien über Wachstum und Wechsel der Haare. Sitzungsb. d. K. Akad. d. Wissensch. im Wien. Bd. 74., III. Abt. Oktober-Heft 1876.

13. Ecker M. Du système pileux et des ses anomalies. Analyse dans la Revue d'Anthr. 1880. S. 170.

14. Ehrmann S. Über das Ergrauen der Haare und verwandte Prozesse Allgemeine Wiener mediz. Zeitung. 29. Jahrgang. Nr. 29. 15. Juli 1884. Seite 331—332.

15. Emery. Les poils des mammifères et leurs rapports morphologiques avec d'autres organes cutanés. Arch. sc. phys. et nat. de Genève. T. 30. P. 3. 1894.

16. Feiertag Isaac. Über die Bildung der Haare. Diss. Dorpat, 1875.

17. Garzia S. A. Beiträge zur Kenntnis des Haarwechsels bei menschlichen Embryonen und Neugeborenen. Morphologische Arbeiten Bd. I. S. 136—206. 1891.

18. Gaultier. Über die Tasthaare. Journal de physique. Vol. 90. Avril. 1820.

19. Giebel C. G. Die Säugetiere, Leipzig, 1859.

20. Haacke W. Über die systematische und morphologische Bedeutung bisher unbeachtet gebliebener Borsten am Säugetierkopfe. Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1890.

21. Hammer Fr. Über den Einfluß des Lichtes auf die Haut. Stuttgart, 1891.

22. Hertwig R. Lehrburch der Zoologie. Gustav Fischer in Jena, 1905.

23. Hutchinson. Notes on the distribution of hair on the human body. Arch. Surg. London, 1893/94.

24. Keller C. Naturgeschichte der Haustiere, Berlin, Verlag v. P. Paray, 1905. S. 21, 38.

25. Kohlrausch O. Über innere Wurzelscheide und Epithelium des Haares. Müller's Archiv. 1846. S. 312.

26. Kölliker A. Gewebelehre. 6. Auflage, 1. Bd. Leipzig, 1889.

27. Langer C. Über den Haarwechsel bei Tieren und Menschen. Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. I., 1849.

28. Latteux. Technique microscopique, 1883. Paris. p. 239.

29. Leydig F. Über die äußeren Bedeckungen der Säugetiere. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, 1859. S. 685.

30. Loeve. Beiträge zur Anatomie der Tasthaare. Arch. f. mikroskop. Anat. 15. Bd. 1878.

31. Maurer F. Haut-Sinnesorgane, Feder- und Haaranlagen, ein Beitrag zur Phylogenie der Säugetierhaare. Morphol. Jahrb. Bd. 18. S. 717. 1892.

32. Maurer F. Zur Phylogenie der Säugetierhaare, Morphol. Jahrb. 20. Bd. 1894.

33. Mayer S. Beitrag zur Lehre vom Bau der Sinushaare. Archiv. f. mikroskop. Anatomie. Bd. 35. 1890. S. 52.

34. Martin. Beiträge zur Anatomie der Tasthaare, Arch. f. mikroskop. Anat. 15. Bd. 1878.

35. de Meijere. Über die Haare der Säugetiere, besonders über ihre Anordnung. Morphol. Jahrb. 21. Bd., 1894.

36. Miecznikow E. Annales de l'Institut Pasteur, 1901. S. 865.

37. Miecznikow E. O naturze ludzkiej. Warszawa „Bibl. naukowa" 1905. S. 246.

38. Moll J. A. Über den Haarwechsel. Archiv für die holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde. II. S. 149. 1860.

39. v. Nathusius-Königsborn W. Das Wollhaar des Schafes. Berlin, 1866.

40. Pfaff E. R. Das menschliche Haar. 1869. S. 22, 41.

41. Reissner E. Beiträge zur Kenntnis der Haare des Menschen und der Säugetiere. Breslau, 1854. S. 5.

42. Retterer S. Sur le lieu et le mode de formation du pigment cutané chez les mammifères. Société de biologie. S. 150—153, 12. mars 1887.

43. Retterer S. Premiers phénomènes du développement des poils du cheval. Comptes rendus de la soc. de biol. S. 9. T. 6.

44. Riehl G. Zur Kenntnis des Pigments im menschlichen Haar. Vierteljahrsschrift f. Dermatol. u. Syphilis. 11. Jahrg. 1884. S. 33—39. 1 Tafel.

45. Römer. Die Haut der Säugetiere. Ber. Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft. Frankfurt a. M. 1904. S. 91—110.

46. Schulin K. Beiträge zur Histologie der Haare. Zeitschrift f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte, II. Bd. 1877.

47. Schwalbe G. Über den Farbenwechsel winterweißer Tiere. Morphol, Arbeiten, herausgegeben v. G. Schwalbe, 2 Bd 1893.

48. Sticker A. Über die Entwicklung und den Bau des Wollhaares beim Schaf. Diss. Berlin. 1887.

49. Stieda L. Über den Haarwechsel. Archiv von Reichert u. du Bois-Reymond, 1867. S. 517—541. und: Biologisches Zentralbl. Bd. VII. Nr. 12 und 13. 1887.

50. Stork W. Die Tierstoffe. Halle a/S. 1883.

51. Stöhr P. Lehrbuch der Histologie, Jena, G. Fischer, 1898.

52. Szymonowicz L. Lehrbuch der Histologie, Würzburg, A. Stuber, 1901.

53. Topinard P. Éléments d'antropologie générale. Paris. 1885.

54. Wachholz L. Über Veränderung der Haarfarbe. Archiv für Kriminalanthropologie und Kriminalistik, herausgegeben v. Dr. H. Gross in Prag (Sonderabdruck).

55. Waldeyer W. Atlas der menschlichen und der tierischen Haare. Jahr 1884.

56. Wallace A. R. Darvinismus, übersetzt von D. Brauns, 1891.

57. Wallace A. R. La selection naturelle. Paris, 1872 (le poil des mammiféres p. 361).

58. Widmark J. De l'influence de la lumière sur la peau. Verhandl. des biolog. Vereins in Stockholm, I. 1888—89. S. 131—134.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Józefa Rostafińskiego.

Kraków. 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego. pod zarządem J. Filipowskiego.

19 Października 1906.

## PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblióteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI e XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Iagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed A. Sokołowski 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III — VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

---

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. Górski K., »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. Balzer O., »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. 20 k. Finkel L., »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. Dickstein S., »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. Federowski M., »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

---

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 8. OCTOBRE. 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
## DE CRACOVIE.

## CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER
## DER
# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
## IN KRAKAU.

## MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.




CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1906.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:
S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:
- *a)* classe de philologie,
- *b)* classe d'histoire et de philosophie,
- *c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Joseph Rostafiński,
Sécretaire de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

**Nº 8. Octobre 1906.**



## Séance du lundi 15 Octobre 1906.

Présidence de M. K. OLSZEWSKI.

44. M. GEORGES SMOLEŃSKI. **Dolny senon w Bonarce. I. Głowonogi i inoceramy.** ***(Das Untersenon von Bonarka. I. Cephalopoden und Inoceramen).*** (*Le Sénonien inférieur de Bonarka. I. Les Céphalopodes et les Inocéraminés*). Mémoire présenté par M. J. Niedźwiecki m. c.

(Planche XXVI, XXVII, XXVIII).

Zwischen Bonarka und Wola-Duchacka — etwa zwei km südlich von Podgórze bei Krakau — befindet sich ein großer Steinbruch, der das Material für die nahe Zementfabrik in Bonarka liefert. Die hier aufgeschlossenen Kreidemergel wurden längst als südlichstes Vorkommen der außerkarpatischen Kreide der Gegend von Krakau bekannt. Zaręczny erwähnt sie in seiner vortrefflichen Arbeit [1]), er schreibt ihnen ein senones Alter zu — ihr paläontologischer Inhalt ist aber bisher nicht geprüft worden.

Petrographisch zerfallen die hier vorkommenden Kreidebildungen in drei Teile. Zuoberst liegt weißer, harter Kreidemergel (die sog. „Opoka") mit Belemnitella mucronata, der im Steinbruch zwar nicht vertreten ist, dessen Reste aber in der Nähe und auf den Schutthalden leicht zu finden sind. Unter ihm befindet sich ein — im Steinbruch 2—3 m mächtiger — grau-gelblicher Mergel mit Actinocamax quadratus. Diesen unterlagert endlich ein grünlicher oder brauner, etwas sandiger Glaukonitmergel (bis 4 m stark).

[1]) 1894. Atlas Geologiczny Galicyi. Zeszyt III. Tekst str. 177.

Das Liegende bildet jurassischer Felsenkalk, auf welchem man hie und da spärliche Reste von quarzigem Konglomerat bemerken kann.

Die beiden erstgenannten Mergelkomplexe bieten in paläontologischer Hinsicht weniger Interesse, da sie den beiden schon bei Krakau bekannten Senonstufen entsprechen, nämlich der Mukronaten- und der Quadratenkreide. Es bleiben die glaukonitischen Mergel. Sie enthalten eine reiche Fauna. Wir haben hier: Fischschuppen und Fischzähne (Oxyrhina, Ptychodus, Lamna, Notidanus etc.); unter den Cephalopoden sehr zahlreiche Belemniten und einige große aber sehr schlecht erhaltene Ammoniten; — Muscheln (am häufigsten die Inoceramen); — Brachiopoden, Schnecken (vorwiegend Pleurotomariensteinkerne); — unter den Krinoiden schöne Marsupitenexemplare, — Seeigel (Ananchytes und Micraster), — endlich Wurmspuren und zahlreiche Korallen und Schwämme.

Da ich vor allem ein stratigraphisches Ziel vor Augen hatte, habe ich mich zuerst diesen Versteinerungsgruppen zugewandt, welche viele Leitfossilien enthalten und deshalb besonders geeignet sind, eine Grundlage stratigraphischer Spekulationen zu bilden. Hier sind es die Cephalopoden (und zwar fast ausschließlich die Belemniten, da die Ammoniten wegen schlechten Erhaltungszustandes größtenteils undefinierbar sind) und die Inoceramen. Die so zusammengestellte Fossilienliste sieht folgendermaßen aus:

*Actinocamax veras*
„ *westfalicus*
„ *westfalicus-granulatus*
„ *granulatus*
„ *granulatus-quadratus*
„ *quadratus typ.* [1])
„ „ *var. gracilis*
„ „ *var. ampullacaea*

*Inoceramus involutus*
„ *Haenleini*
„ *Brancoi*
„ *robustus n. sp.*
„ *crassus (?)*

[1]) *Act. quadratus* kommt nur in den obersten Schichten des Glaukonitmergels vor; sein eigentlicher Sitz sind die höher liegenden grauen Mergel.

*Inoceramus crassus var. planior v. n.*
„ *Cuvieri var. cripsioides (?)*
„ *lobatus*
„ „ *var. cancellata*
„ *lingua*
„ *Cracoviensis n. sp.*
„ *Cripsi var. typica*
„ „ *var. regularis*
„ „ *var. decipiens*
„ „ *var. alata.*

Dazu kommt noch: *Marsupites ornatus*, und der einzige definierbare Ammonit: *Pachydiscus dülmensis.*

Die Formen, die ich als *Pachydiscus dülmensis Schlüter sp.* bestimmt habe, sind stark involut und sehen aufgebläht aus. Die Maximalbreite der Umfänge liegt dem Nabel näher als dem Rücken und ist etwas größer als ihre Höhe. Der Nabel ist klein und tief, die Rippen etwas nach vorne gekrümmt. Die Größe des besterhaltenen Exemplares von Bonarka entspricht ganz den Angaben von Schlüter [1]), sein Aussehen dagegen erinnert mehr an die Abbildungen von Grossouvre [2]). Wie bei diesen sind hier die Rippen auch an den Steinkernen sichtbar.

*Actinocamax verus Miller* (Taf. XXVI. Fig. 1—6.) erscheint in Bonarka in zwei Formen, einer schlanken und einer keulenartigen, zwischen denen es aber Übergänge gibt. Die keulenförmige kann als Typus betrachtet werden. Die Länge des Rostrums beträgt ca 34 mm, die Maximaldicke befindet sich in $\frac{2}{3}$ Höhe von oben gemessen. Infolge der seitlichen Depression ist die Keulenform dorsoventral besonders ausgeprägt. Ein durchschnittliches Exemplar hat, dorsoventral gemessen, eine Maximaldicke von 6 mm, lateral 4 mm. Das Alveolarende hat sich in keinem Fall erhalten. Es ist gewöhnlich stumpf („actinocamaxartig") abgestutzt (Fig. 5.), manchmal aber kommt eine Abschälung vor, wodurch das Rostrumende eine konusartige, spitze Form bekommt (Fig. 3.). Die Oberflächenverzierung (bei Schlüter gut abgebildet) ist besonders am obersten

[1]) 1872. Schlüter: Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. Paläontogr. XXI. S. 52.

[2]) 1893. A. de Grossouvre: Recherches sur la craie sup. Vol. II: Les Ammonites de la craie supérieure. S. 199. Taf. XX. Fig. 1. 2.

Drittel des Rostrums sichtbar. Ich halte diese feine Runzelung für das wichtigste Merkmal beim Unterscheiden der schlanken Form des Act. verus von den jungen Belemniten anderer Gattungen (z. B. Act. westfalicus).

*Actinocamax westfalicus Schlüter* (Taf. XXVI. Fig. 7—9.) befindet sich in Bonarka nur in den untersten Schichten des Glaukonitmergels. Seine Form und Größe[1]) stimmt gut mit den Angaben von Schlüter[2]), Moberg[3]) und Stolley[4]). Er ist glatt, höchstens sehr schwach granuliert. Deutliche Granulation halte ich für ein Symptom der Annäherung an den verwandten und jüngeren Act. granulatus[5]). Als das wichtigste Markmal der Gattung betrachte ich hier (wie bei der ganzen phylogenetischen Reihe westfalicus-granulatus-quadratus) nach Stolley die Tiefe der Alveole im Vergleich mit der Länge des Rostrums. Sie beträgt bei Act. westfalicus ca $\frac{1}{10}$, sie kann aber noch viel kleiner sein ($\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{12}$).

Größere Formen mit etwas seichterer Alveole ($\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{8}$ = *Act. westfalicus-granulatus* und *granulatus-westfalicus Stolley*) führen zu *Actinocamax granulatus Blainville sp. emend. Schlüter* über. Dieser stratigraphisch wichtige Belemnit ist in Bonarka reichlich vertreten. Starke Granulation, ausgeprägte Zylinderform (Fig. 10.) und vor allem die seichtere Alveole (bei den typischen Formen $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$ der Rostrumlänge. Vergl. Fig. 11.) lassen die Gattung leicht von der vorigen unterscheiden. Die Alveolarmündung ist hier vierseitig oder oval, — was mit der Annäherung einerseits an Act. quadratus, anderseits an Act. westfalicus in Abhängigkeit zu stehen scheint.

[1]) Hier einige Zahlen:

| | a | b | c | d | e | f | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 53 | 4·5 | 9 | 7·5 | 8·5 | 27 | mm |
| 2) | 55 | 4·5 | 9 | 8 | 9·5 | 25 | |
| 3) | 60 | 6 | 11 | 10 | 11 | 30 | |
| 4) | 57 | 5·5 | 10 | 9 | 9·5 | 28 | |

a) Länge des Rostrums, b) Tiefe der Alveole, a) Durchmesser der Alveolarmündung, dorso-ventral gemessen, d) Dasselbe, lateral, e) Maximaldurchmesser des Rostrums, 7) Entfernung desselben von der Rostrumspitze.

[2]) l. c. XXIV.

[3]) 1884. Moberg: Cephalopoderna i Sveriges Kritsystem II. S. 51. S. 188 sq.

[4]) Arch. f. Anthrop. u. Geol. Schleswig-Holsteins. B. I. (1896). S. 20. sq. und ibid. B. II. (1897). S. 276.

[5]) Vergl. Grossouvre: Quelques observations sur les Belemnitelles etc. Bull. Soc. Géol. de France. III. B. 27. S. 131.

Der durch Übergangsformen mit Act. granulatus verbundene *Actinocamax quadratus Blainville sp.* (Taf. XXVI. Fig. 12—15.) erscheint vereinzelt auch in den obersten Schichten des glaukonitischen Mergels. Außer den normalen zylindrischen Formen konnte ich hier die schlanke *var. gracilis Stolley* (Fig. 12.) und die keulenartige *var. ampullacaea Stolley* (Fig. 15.) unterscheiden. Die Alveole ist tief; folgende Zahlen zeigen es deutlich:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Länge des Rostrums: | 77 | 66 | 62 | 64 | 62 | 72 | mm |
| Tiefe der Alveole: | 17 | 15 | 15 | 16 | 16 | 22. | |

Gewöhnlich beträgt das Verhältnis zwischen diesen Größen $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$.

Actinocamax westfalicus, granulatus und quadratus, welche untereinander durch Übergänge verbunden sind, bilden eine phylogenetische Reihe, wobei die allmähliche Vertiefung der Alveole das Hauptmerkmal der fortschreitenden Entwickelung ist. Act. verus ist ihnen verwandt. Seine direkte Abstammung von dem Act. westfalicus ist aber fraglich. Nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Bogdanowicz hat derselbe in der Kreide des Kaukasus Belemniten gefunden, die Mittelformen zwischen Act. plenus und verus zu sein scheinen (Act. plenus-verus Bogd.).

Von *Inoceramus involutus Soverby* fand ich in Bonarka nur eine rechte (kleinere) Klappe. Sie stimmt gut mit den Abbildungen von Müller[1]) und Wollemann[2]). Der Wirbel ist etwas nach der Mitte verschoben, die Rippen breit und treppenförmig. Eine leichte, wellenartige Umbiegung derselben in der Nähe des Schloßrandes ist ziemlich deutlich. Die radialen Streifen sind auch nur an dieser Schalenpartie sichtbar.

Bei *Inoc. Haenleini G. Müller* liegt der Wirbel ganz vorne, er überragt den Schloßrand, welcher mit der Vorderseite einen rechten Winkel einschließt. Zwischen den dicken, wulstartigen Rippen verlaufen feine Anwachsstreifen, welche denselben (wie bei I. Cripsi) nicht parallel sein können. Der charakteristische Längseindruck liegt in der Kreszenzachse. Das letzte Merkmal ist auch dem *I. Brancoi Wegner* eigen. Dieser unterscheidet sich von dem I. Haenleini durch dem stumpfen Winkel zwischen der Vorderseite und dem Schloßrande — und durch die Differenzierung der Rippen,

[1]) Jahrb. preuß. geol. L. A. 1888.

[2]) Abh. preuß. geol. L. A. 25. (1902).

welche in der Nähe des Wirbels fein und regulär sind, weiter jedoch zu unregelmäßigen Wulsten anwachsen. Radiale Striemen kann man an beiden Gattungen beobachten.

Der Unterschied zwischen dem Wirbel und dem Rest der Schale ist besonders bei *Inoc. robustus n. sp.* (Taf. XXVIII. Fig. 23, 24.) stark ausgeprägt. Die Grenze bildet eine rückenartige Erhebung, welche zugleich dem Maximum der Wölbung entspricht. Oberhalb dieser Grenze ist der Wirbel wie eingedrückt. Der Schloßrand bildet mit der Vorderseite einen rechten Winkel, mit der Achse einen Winkel von 35°. Die Schale ist sehr dick — besonders in der Nähe des Schlosses.

Die Bestimmung des *Inoc. Cuvieri var. cripsioides Elbert* halte ich nicht für sicher, erstens weil die Beschreibungen der Art bei Elbert[1]) und Petrascheck[2]) nicht übereinstimmen — zweitens, weil meine Exemplare verdrückt sind. Ich sehe mit Elbert Fig. 13 bei Geinitz[3]) als Typus des I. Cuvieri var. crips. an; meine Formen sind der genannten sehr ähnlich.

Auch bei *Inoc. crassus Petrascheck* habe ich ein Fragezeichen gesetzt. Die Inoceramen, welchen ich diesen Namen beilegte, zeigen zwar die typische, regulär-langgestreckte Berippung, den einförmigen Umriß und die starke Wölbung der Petrascheck'schen Form — doch konnte ich an ihnen die wichtige Einschnürung in der Nähe des Schlosses nicht wahrnehmen, da alle meine Exemplare oberhalb der eventuellen Einschnürungsfläche abgebrochen waren. Einige von ihnen unterscheiden sich durch mehr flache Wölbung. Ich habe sie unter dem Namen „*var. planior*" sondergestellt.

Der stratigraphisch so wichtige *Inoceramus lobatus Münster* (Taf. XXVII. Fig. 16—18.) wurde in Bonarka in einigen gut erhaltenen Exemplaren gefunden. Zu den Beschreibungen von Schlüter[4]), Müller[5]) und Wegner[6]) kann ich noch folgendes hinzufügen. Der Schloßrand ist lang, er bildet mit der Achse der Schale einen Winkel von 35—40°. Sowohl die Haupt- wie die Nebenrippen

[1]) Verh. d. naturh. Vereins d. preuß. Rheinlande u. Westf. LVIII. (1901).

[2]) Jahrb. k. k. geol. R. A. 53. (1903).

[3]) Unter dem Namen I. Cripsi. Paläontogr. XX. 2. Taf. XIII.

[4]) Paläontogr. XXV. 275.

[5]) l. c.

[6]) 1095. Wegner: die Granulatenkreide des westl. Münsterlandes. Z. d. q. G. 57. S. 164.

ändern ihren Verlauf in der Schaleneinbuchtung. — sie werden gerade oder wenden sogar die konvexe Seite des Bogens dem Wirbel zu. Die knotenverzierte Grenzkante verlassend, durchlaufen sie den Flügel in geraden Linien. Längs des Flügelrandes befindet sich eine demselben parallele Erhebung. Die Rippen bilden hier kleine Bogen oder Knoten. Jenseits dieser Erhebung ist der Flügelrand flach. Die Inoceramen dieser Art erreichen manchmal eine ansehnliche Größe. In Bonarka habe ich u. a. einen unvollständigen Abdruck gefunden, der 24 cm mißt. Die ganze Länge der Schale mußte ca 40 cm betragen. Ähnliche Riesen hat auch Holzapfel [1]) und Stolley [2]) gefunden. An diesem Abdrucke blieben einige Schalenreste erhalten. Feine Anwachsstreifen, die an ihrer Oberfläche verlaufen, sind deutlich gefranst (Fig. 17.). Dieses Merkmal wurde bisher nur bei dem Inoc. Brogniarti wahrgenommen und als für diese Art typisch betrachtet. Bei kleinen Exemplaren des Inoc. lobatus sah ich diese Linien nicht, ich habe sie aber an vielen losen Bruchstücken beobachtet und einige von ihnen waren Teile der dem Schloß nahegelegenen Partien (Fig. 18.). Die dem Flügelrande parallele Erhebung wächst hier zu einem kräftigen Wulste an. Die ihn durchkreuzenden Hauptrippen bilden hier Knoten, denen an der Unterseite Einhöhlungen entsprechen [3]). Die Schloßgrübchen stehen dicht nebeneinander und reichen nicht zu der unteren Kante der Ligamentarfläche. Ähnlich sieht auch das Schloß des I. Brogniarti (non cordiformis em. Airaghi!) aus, wo aber die Grübchen etwas breiter sind.

Feine radiale Streifen, die bei Inoc. lobatus kaum merklich sind, werden bei der *var. cancellata Goldfuss* (Taf. XXVII Fig. 19) zu deutlichen Striemen, was der Schalenoberfläche ein gitterartiges Aussehen verleiht. Bei *Inoceramus lingua Goldfuss* verschwinden die radialen Streifen vollständig, die Einbuchtung wird flacher, der Unterschied zwischen den Haupt- und Nebenrippen geringer.

*Inoceramus Cracoviensis n. sp.* (Taf XXVIII. Fig. 21, 22) hat einen schräg-eiförmigen Umriß. Der Winkel zwischen dem Schloßrande und der Vorderseite ist stumpf. Die konzentrischen Rippen

[1]) Die Mollusken der Aachener Kreide. Paläontogr. XXXV. S. 223.

[2]) l. c.

[3]) Es erinnert sehr an die Schloßpartie des I. Lamarcki auf der Abbildung d'Orbigny's. Pal. fr. terr. crét. III. Taf. 412.

verlaufen sehr regelmäßig und treffen den Schloßrand unter einem konstanten Winkel, der 30—40° beträgt. Charakteristisch ist für diese Formen die Wölbung der Schale. Ihr Maximum bildet einen Bogen, dessen konvexe Seite dem Schloßrande zugewendet ist. Etwas ähnliches kann man bei dem japanischen Inoc. eozoënsis Yok. beobachten[1]), wo aber die Rippen mehr kreisförmig sind und der Rücken näher der Mitte der Schale verläuft. Beide Gattungen sind dem Inoc. Cripsi ähnlich.

Eine ganze Fülle von Formen habe ich unter dem Namen des *Inoc. Cripsi Mantell* zusammengefaßt, da sie der Beschreibung dieser Art bei Schlüter[2]) und Zittel[3]) ziemlich genau entspechen. Ich bin zwar keineswegs von der Zusammengehörigkeit dieser Formen überzeugt, — ich hatte aber wegen schlechter Erhaltung der Schloßpartien keinen Grund dazu, sie auseinanderzuhalten. Um sich in der Mannigfaltigkeit der Formen zu orientieren, habe ich mich der alten Zittel'schen Variationsnamen bedient.

Wir haben hier also zuerst die *var. typica.* Es sind niedrige, stark in die Länge verzogene Formen, die dem obersenonen Inoc. Cripsi am ähnlichsten sind. Von diesem unterscheiden sie sich gewöhnlich durch kräftigere und nicht so regelmäßige Rippen. Zur *var. regularis* zähle ich flache Exemplare, die fast so hoch wie breit sind und bei welchen die sehr regelmäßigen Rippen kreisrund verlaufen. Inoceramen, für welche Wegner einen neuen Namen Inoc. cycloides ersonnen hat, wurden von mir auch dieser Varietät zugewiesen. Der *var. decipiens* entsprechen labiatoidal verlängerte Formen, die manchmal an den turonen Inoc. labiatus-mytiloides oder an gewisse schmale Abarten des Inoc. lingua erinnern können.

Die starke Erweiterung der Vorderseite führt zur *var. alata.*

Charakteristisch ist das Fehlen der im Obersenon so häufigen var. impressa. Es gibt hier zwar Formen, die einen mehr oder weniger deutlichen Eindruck haben, — dieser sieht aber anders aus und ähnelt eher gewissen flachen Inoceramen aus der Verwandschaft des Inoc. Haenleini. Am häufigsten ist in Bonarka die var. regularis vertreten.

Die Inoceramen von Bonarka kann man in einige Gruppen

[1]) Matajiro Yokoyama: Verst. der jap. Kreide. Palaeontogr. XXXVI. Taf. XVIII. Fig. 6, 7.

[2]) l. c.

[3]) Denkschr. k. Akad. d. Wiss. Wien XXV (1864—66) 95.

zusammenfassen, die durch Verwandtschaft verbunden sind. Inoc. cancellatus-lobatus-lingua scheinen eine phylogenetische Reihe zu bilden, als ihre Vorfahren können Inoc. subcardissoides und cardissoides betrachtet werden. Der letztgenannte steht dem in Bonarka vorhandenen Inoc. cancellatus sehr nahe. Die Beobachtungen, welche ich an manchen Exemplaren des Inoc. lobatus gemacht habe, lassen vermuten, daß diese ganze Reihe dem turonen Inoc. Brogniarti verwandt ist und von ihm ihren Stammbaum ableitet. Eine ähnliche Ansicht fand ich bei v. Haenlein [1]).

Der zweiten Gruppe gehört Inoc. Haenleini, von Müller von dem Inoc. involutus abgeleitet. Dieser Emschertypus zerfällt in der unteren Granulatenkreide in zwei Formen, indem er einerseits dem hochgewölbten Inoc. Brancoi, anderseits den flachen, den an Inoc. Cripsi erinnernden Formen den Anfang gibt. Inoceramus crassus, dem turonen Inoc. Cuvieri verwandt, und Inoc. Cuvieri var. cripsioides bilden die dritte Gruppe. Eine ganz besondere Stellung besitzt Inoc. Cripsi. Nach Wegner und Petrascheck ist es ein Kollektivtypus, eine Folge der Konvergenz mehrerer Entwickelungsreihen. Es scheint auch dafür die Mannigfaltigkeit der hier gehörenden Formen im Untersenon (also zur Zeit der Erscheinung der „Art") im Gegensatz zu ihrer Konstanz in jüngeren Schichten zu sprechen.

Es ist möglich, daß hier die Endglieder aller drei erwähnten Gruppen münden, denn auch der Übergang von Inoc. lobatus-lingua zu Inoc. Cripsi ist wahrscheinlich, da man an den jüngsten Gliedern dieser Reihe allmähliche Verflachung der Einbuchtung und Verschwinden der Rippendifferenzierung beobachten kann.

Wenn wir — zu stratigraphischen Spekulationen übergehend — das Vorkommen der Belemniten in Bonarka mit der Stolley'schen Senongliederung [2]) vergleichen, sehen wir, daß hier alle Senonstufen mit Ausnahme der obersten vertreten sind, wobei auf den Glaukonitmergel die zwei unteren — Emscher und Granulatenkreide — entfallen. Actinocamax quadratus, welcher in den höher liegenden grauen Mergeln häufig ist, kommt hier nur vereinzelt in den obersten Schichten vor.

[1]) 1893. Schr. nat. Ver. Harz-Wernigerode VIII.

[2]) 1897. Stolley: Über die Gliederung des norddeutschen und baltischen Senon sowie die dasselben charakterisierenden Belemniten. Arch. für Anthrop. und Geol. Schlesw.-Holst. II. 2.

Der Hauptkomplex des glaukonitischen Mergels bildet die Granulatenkreide. Daß sie hier der gleichen Stufe Westfaliens entspricht, zeigt der in seinen unteren Schichten nicht seltene Marsupites ornatus. welcher für die untere Granulatenkreide höchst charakteristisch ist, (Stufe Placenticeras bidorsatum von Grossouvre). — in den höheren Pachydiscus dülmensis, welcher nur der oberen Granulatenkreide eigen ist (Stufe Placenticeras bidorsatum von Grossouvre).

Weniger sicher ist hier die Anwesenheit des Emschers. Zwar befindet sich sein Leitfossil — Act. westfalicus — in den untersten Schichten des glauk. Mergels, man kann ihn aber bekanntlich auch in der unteren Granulatenkreide finden, da die Übergangsformen keine scharfe Grenze zwischen den Stolley'schen Stufen zu ziehen gestatten. Der zusammen vorkommende Act. verus ist sowohl der Granulaten wie der Westfalicuskreide eigen. Hier können nur die Inoceramen helfen.

Wenn wir von ihnen einerseits neue, anderseits nicht sicher bestimmte (und zugleich nicht charakteristische) Formen beiseite lassen, bleibt uns eine Reihe, die aus lauter Leitfossilien besteht:

*Inoceramus Cripsi et var.*
„ *lingua*
„ *lobatus*
„ *cancellatus*
„ *Brancoi*
„ *Haenleini*
„ *involutus.*

Zum Vergleiche bedienen wir uns der Senongliederung, welche G. Müller[1]) hauptsächlich auf Grund der Inoceramen durchgeführt hat. Der oberen Granulatenkreide entspricht hier die Stufe mit den Inoceramen: lobatus, lingua, Cripsi, und Ammoniten: bidorsatus, dülmensis und Sc. binodosus. In Bonarka erscheinen dieselben Inoceramen zusammen mit Pach. dülmensis, sie besitzen hier also dieselbe stratigraphische Stellung (Stufe Plac. bidorsatum).

Der die untere Granulatenkreide bei Müller repräsentierende Inoc. cardissoides wurde in Bonarka nicht gefunden. Ihm entspricht

[1]) 1900. G. Müller: Gliederung der Actinocamaxkreide im nordwestlichen Deutschland. Z. d. g. G. Band LII.

hier der verwandte Inoc. cancellatus und der — nur aus der untersten Granulatenkreide Westfalicus bekannte — Inoc. Brancoi.

Inoc. Haenleini und involutus charakterisieren in der Müllerschen Gliederung den oberen und den mittleren Emscher (Grossouvre's Stufen: Mortoniceras texanum und Mort. Emscheris). Ihr Vorkommen zusammen mit Act. westfalicus genügt als Beweis für die Anwesenheit dieser Stufe.

Aus allen diesen Erörterungen ergibt sich also der Schluß, daß in dem Glaukonitmergel von Bonarka die ganze Granulatenkreide und ein Teil des Emschers vertreten sind.

Untersenon ist bisher in der Gegend von Krakau nicht erforscht worden. Nach allgemeiner Ansicht, die auf den Schriften[1]) von Zaręczny basiert, liegt in den vollständigsten Kreideaufschlüssen der Umgebung von Krakau (Giebułtów, Sudół) die obersenone „Opoka" unmittelbar auf dem Mittelturon. Die Lücke soll einer Meeresregression entsprechen. Prof. Siemiradzki, der einerseits die Altersbestimmungen Zaręczny's unangefochten läßt, anderseits keinen Meeresrückzug annehmen will, vermutet die Anwesenheit von Oberturon und Untersenon in den unteren Schichten der Opoka[2]). Bei dem raschen Fazieswechsel in der Krakauer Kreide halte ich es für ganz möglich, daß auch diese Stufen durch die Opoka irgendwo vertreten sein können, doch nicht in den genannten Aufschlüssen, wo auch in den untersten Schichten dieses weißen Kreidemergels der typische Act. quadratus vorkommt. Hier muß ein anderer Weg gewählt werden und das Untersenon — wenn es hier existiert — nicht in, sondern unter der Opoka gesucht werden. Ich will nachweisen, daß es die bisher zum Mittelturon gezählten „Inoceramenmergel" sind, die hier die Rolle der Äquivalente des Glaukonitmergels von Bonarka spielen.

Es sind graue oder grünliche, sandig-glaukonitische Mergel, die

[1]) 1877. Zaręczny: O średnich warstwach kredowych w krakowskim okręgu. Spraw. Kom. Fizyogr. Akad. Um. XII.

1894. Idem: Atlas geol. Galicyi, Tekst do zeszytu trzeciego. Wyd. Kom. Fizyogr. Akad. Um.

[2]) 1905. Siemiradzki: O utworach górnokredowych w Polsce. „Kosmos", VIII–XII.

1906. Idem: Die obere Kreide in Polen. Verh. k. geol. R. A. Nr. 2.

in Giebułtów und Sudół zwischen den („oberen") Kreidekonglomeraten und der Opoka liegen. Sie wurden auf Grund der in ihnen vorkommenden Inoceramenbruchstücke der turonen Brogniarti-Stufe zugezählt. Die Schalenreste zeigen gefranste Anwachsstreifen — wie bei Inoc. Brogniarti. Dieses Merkmal, welches bisher als charakteristisch gelten konnte, habe ich aber auch bei untersenonen Formen aus der Grupppe lobatus-lingua bemerkt — ich halte also die Bestimmung für unsicher. Wirklich bezeichnend ist dagegen die Belemnitenfauna, welche in denselben Schichten gefunden wurde.

Ich habe hier folgende Formen bestimmt.

*Actinocamax granulatus*
„ *granulatus-westfalicus*
„ *verus.*

Die „Inoceramenmergel" entsprechen also der Granulatenkreide, folglich muß die Grenze zwischen Turon und Senon in der Kreide von Krakau nach unten verschoben werden.

---

## Erklärung der Tafeln.

Taf. XXVI.

Fig. 1. *Actinocamax verus Miller.* Ein keulenförmiges Individuum von vorne und von der Seite gesehen.

Fig. 2. Ein anderes Individuum (von vorne).

Fig. 3. Ein anderes Individuum von vorne und von der Seite. Konusartige Abschälung des Alveolarendes.

Fig. 4. Ein junges, schlankes Individuum.

Fig. 5. Ein typisch abgestutztes Alveolarende.

Fig. 6. Ein Alveolarende mit deutlicher Seitendepression.

Fig. 7. *Actinocamax westfalicus Schlüter.* Ein typisches Individuum.

Fig. 8. Ein größeres Exemplar, gespalten.

Fig. 9. Querschnitt des Alveolarendes bei einem anderen Individuum.

Fig. 10. *Actinocamax granulatus Blainville em. Schlüter.* Ein typisches Individuum.

Fig 11. Ein anderes Exemplar, gespalten.

Fig. 12. *Actinocamax quadratus Blainville.* Querschnitt eines schlanken Exemplars.

Fig. 13. Ein anderes Exemplar von vorne und von oben.

Fig. 14. Längsdurchschnitt.

Fig. 15. Ein keulenförmiges Individuum (var. ampullacaea Stolley).

Taf. XXVII.

Fig. 16. *Inoceramus lobatus Münster*. Ein gut erhaltenes Exemplar ($\frac{2}{3}$).
Fig. 17. Anwachsstreifen an der Oberfläche eines großen Exemplars $1 \times 4$).
Fig. 18. Ein Teil des Schlosses eines großen Exemplars.
Fig. 19. *Inoceramus lobatus var. cancellata Goldfuss*. Ein Teil der Schale.
Fig. 20. *Inoceramus Brancoi Wegner* ($\frac{2}{3}$).

Taf. XXVIII.

Fig. 21. *Inoceramus Cracoviensis n. sp.* Ein Exemplar mit dichter Berippung.
Fig. 22. Ein anderes Individuum mit breiteren Rippen.
Fig. 23. *Inoceramus robustus n. sp.* (von oben).
Fig. 24. Derselbe von der Seite gesehen.

---

45. MM. J. MERUNOWICZ et J. ZALESKI. **Redukcya pochodnych barwika krwi zapomocą Zn i HCl.** ***(Über die Reduktion der Derivate des Blutfarbstoffes mittelst Zn und HCl).*** (*Sur la réduction des dérivés de la matière colorante du sang par Zn et HCl*). Mémoire présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Wie schon Hoppe-Seyler und Nencki[1]) beobachtet haben, geht das Hämatoporphyrin in sauren Lösungen unter dem Einflusse des Wasserstoffs in statu nascendi in einen gelben Farbstoff über, der eine große Ähnlichkeit mit dem Urobilin zeigt. Unter den Eigenschaften, die diesen Farbstoff von dem echten, aus Harn stammenden Urobilin unterscheiden dürften, wurde seine leichte Veränderlichkeit hervorgehoben. Beim Stehen an der Luft geht zwar seine Farbe ins Rotbraun oder Violettbraun über; doch sind diese Farbstoffe nicht näher untersucht worden. Beim Wiederholen dieser Reaktionen mit Hämato- und Mesoporphyrin haben wir bemerkt, daß die Farbenänderung am leichtesten vor sich geht, wenn zur Entwickelung von Wasserstoff Zinkstaub gebraucht wird.

Folgende Verhältnisse haben sich als die zweckmäßigsten erwiesen: 1 gr Hämato- oder Mesoporphyrin wird in 100 ccm 50%-iger Essigsäure gelöst, worauf etwa 50—70 ccm Salzsäure (1. 19) und etwa 20—30 gr Zinkstaub zugesetzt werden. Man kann auch ein

[1]) Hoppe-Seyler, Zeitschr. f. physiol. Chem. 13, 117.
Nencki u. Sieber, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 24, 430.

Gemisch von aliquoten Teilen von Weingeist, Essig- und Salzsäure anwenden.

Schon in der Kälte wird die Lösung in etwa 10—30 Sekunden ganz schwach gelb, sogar farblos, insbesondere in dem Falle, wenn das Kölbchen, in welchem die Reaktion ausgeführt wird, nicht zu groß ist und der sich entwickelnde Wasserstoff die Luft gänzlich verdrängt, oder aber wenn dasselbe vor der Reaktion mit irgend welchem neutralen Gase gefüllt worden war. Nach Abfiltrieren nimmt die farblose Lösung alsbald an der Luft eine intensive Färbung an; sie färbt sich erst gelb, dann gelbbraun und zuletzt braunrot. Bei spektroskopischer Untersuchung zeigen die gelben Lösungen den Urobilinstreifen, in braunroten treten deutlich außerdem auch Absorptionsstreifen von saurem Porphyrin auf. Wird das Filtrat nach dem Entfärben mit Überschuß von Lauge versetzt, so ändert sich die Färbung in ähnlicher Weise (vielleicht noch schneller); natürlich aber erhält man in diesem Falle im Spektroskop neben dem Urobilin das Spektrum des alkalischen Porphyrins. Das Resultat der spektroskopischen Analyse hat uns bewogen, das Porphyrin, welches aus einer farblosen „Leukoverbindung von reduziertem Porphyrin“ durch Oxydation an der Luft entsteht, näher zu untersuchen.

Zu diesem Zwecke haben wir nach oben angegebener Weise 1 gr Mesoporphyrin entfärbt, filtriert und das Filtrat eine Woche lang in offenen Gefäßen stehen gelassen. Dann wurde $NaOH$ in Überschuß zugesetzt und mit $(NH_4)_2S$ gefällt; das Filtrat mit $HCl$ angesäuert und nach Verdrängen von $H_2S$ wurde der Farbstoff mit Lauge gefällt und mit Wasser gewaschen. Da im Farbstoffe größere Mengen von Urobilin vorhanden waren, mußte er noch zweimal in schwacher Lauge gelöst und mit Essigsäure gefällt werden. Man kann auch ohne Anwendung von $(NH_4)_2S$ den Farbstoff durch Lösen in schwachem und durch Fällen mit starkem Ammoniak reinigen. Auf diese Weise erhält man einen roten Farbstoff, der sich bei spektroskopischer Untersuchung als frei von Urobilin erweist. Dieser Farbstoff löst sich leicht in schwacher Salzsäure; nach Zusatz von stärkerer Säure krystallisiert er in Form von kleinen Nadeln mit gerader Lichtauslöschung. Die Identität dieser Krystalle mit Mesoporphyrin ist bewiesen worden, indem wir daraus seinen Äthyläther erhalten haben, welcher in der für ihn charakteristischen

Form von dünnen Plättchen auskrystallisierte und bei 203—204° schmolz[1]).

Die sauren Lösungen von Mesoporphyrin lassen sich also durch Behandeln mit Zinkstaub entfärben, worauf in den erwähnten entfärbten Filtraten unter Einwirkung des Sauerstoffs der Luft das Mesoporphyrin wieder regeneriert. Selbstverständlich kann nur ein gewisser Teil des Mesoporphyrins auf diesem Wege wieder gewonnen werden, ca 30%, denn der größte Teil geht in Urobilin und andere noch nicht näher untersuchte Produkte über.

Auch das Hämatoporphyrin, in gleicher Weise mit Zinkstaub in sauren Lösungen behandelt, wird gleichfalls entfärbt, worauf unter der Einwirkung der Luft ein Gemisch von farbigen Körpern entsteht. Aus diesem Gemisch läßt sich das rote Porphyrin isolieren, dessen sowohl saure, als auch alkalische Lösungen bei spektroskopischer Untersuchung Absorptionsstreifen zeigen, welche mit denen des Hämatoporphyrins und nicht, wie man es erwarten sollte, mit denen des mehr reduzierten Mesoporphyrins identisch sind. Doch wurde der zweimal wiederholte Versuch, Krystalle vom salzsauren Hämatoporphyrin zu erhalten, nicht von Erfolg gekrönt. Es ist uns nur gelungen, den an der Luft regenerierten Farbstoff mittelst HJ und $NH_4J$ in Mesoporphyrin überzuführen und daraus seinen Äthyläther zu erhalten.

Es wurden auch Versuche mit dem Entfärben der Lösungen des Hämins angestellt. Wegen seiner geringen Löslichkeit in sauren Lösungen sind solche Versuche schwer durchzuführen. Die verhältnismäßig am stärksten gefärbten Häminlösungen haben wir beim Erwärmen desselben in einem Gemisch von Weingeist und Essigsäure erhalten. Solche Lösungen entfärben sich leicht unter der Einwirkung von Zinkstaub; abfiltriert, färben sie sich allmählich an der Luft. Die spektroskopische Untersuchung ergibt Urobilin und Hämatoporphyrin. Wird der Essigsäure der die Lösung des Hämins befördernde Jodwasserstoff zugesetzt, so ist das an der Luft sich regenerierende Porphyrin Mesoporphyrin.

Wir sehen also, daß die einzelnen Reduktionsmittel in einer ganz spezifischen und äußerst charakteristischen Weise auf den Blutfarbstoff wirken; das Mesoporphyrin ist ein eigentliches Produkt

[1]) Bulletin de l'Acad. de Cracovie 1902.
Zeitschr. f. physiol. Chem. 37, 64.

der mäßigen Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf das Hämin. Diese Wirkung besteht aller Wahrscheinlichkeit nach darin, daß die Doppelbindungen im Molekül zerstört werden, wogegen 4 Wasserstoffatome eintreten. Dagegen greift der sich aus Zinkstaub entwickelnde Wasserstoff diese Bindungen gar nicht an. Nichts näher Bestimmtes können wir bis jetzt über diese Frage sagen, denn die bisherigen Versuche, irgend welche Derivate aus diesen Leukoverbindungen der Porphyrine zu gewinnen, sind erfolglos geblieben. Die farblosen Filtrate bilden zwar mit Jod und viel leichter noch mit Brom amorphe Niederschläge, die sich in Alkohol leicht, in Wasser aber nicht lösen; jedoch, wie die Analysen ergeben haben, sind diese Körper nicht homogen.

Es wurden auch einige Versuche angestellt, um die Quantität des durch das entfärbte Filtrat der Luft entnommenen Sauerstoffs zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurde ein abgemessenes Volumen eines solchen Filtrates, das genau einer bestimmten Quantität des reduzierten Porphyrins entsprach, in eine hermetisch geschlossene Flasche gebracht, deren Volumen genau bekannt war (etwa $^1/_2$ Liter); alsdann wurde nach Verlauf einer gewissen Zeit das Gas in diesem geschlossenen Gefäß der Analyse unterworfen. Diese Versuche haben folgende Resultate ergeben:

a) die Hauptmenge des Sauerstoffs wird in den ersten 2 Tagen absorbiert; nach Verlauf von 4 Tagen hat die Absorption ihr Ende erreicht;

b) inbetreff der Quantität des absorbierten Sauerstoffs haben einzelne Versuche folgende Zahlen ergeben:

1. Es wurden 0·5223 gr HCl-Mesoporphyrin verwendet
   0·0229 gr Sauerstoff absorbiert.
2. — 0·386 gr HCl-Mesoporph. — 0·0146 gr Sauerstoff.
3. — 0·2073 gr HCl-Mesoporph. — 0·0114 gr Sauerstoff.

Das heißt, auf 639 Teile HCl-Mesoporphyrin (sein Molekulargewicht) wurden 28·0, 24·2 und 35·1, durchschnittlich 29·1 Gewichtsteile Sauerstoff absorbiert; also ein Molekül von Mesoporphyrin absorbierte nach Entfärben durchschnittlich 1·8 Atome Sauerstoff aus der Luft. Es enthalten also wahrscheinlich die neuen Leukoverbindungen im Verhältnis zu den entsprechenden Porphyrinen, aus welchen sie entstanden sind, je 2 Sauerstoffatome weniger, oder aber, was wahrscheinlicher ist, 4 Wasserstoffatome mehr. Natürlich

muß man dabei bemerken, daß die obigen Angaben nur relativen Wert haben, da bei der Oxydation nicht die ganze Quantität des zur Reduktion verbrauchten Porphyrins regenerirt, sondern nur ein gewisser Teil desselben (30%).

Die durch Reduktion entfärbten Filtrate wurden auch der Untersuchung im Polarisationsapparate unterworfen. 0·8—1% Lösungen haben in 20 cm langen Röhren keine Drehung der Polarisationsebene gezeigt.

Dublany, Juli 1906.

Chemisches Laboratorium der Landwirtschaftlichen Akademie.

---

46. M. M. RACIBORSKI m. c. **O asymilacyi związków azotowych przez grzyby.** ***(Über die Assimilation der Stickstoffverbindungen durch Pilze).*** *(Sur l'assimilation des composés d'azote par les champignons).*

Auf dem gut erforschten Gebiete der Assimilation der Stickstoffverbindungen erschien es mir erwünscht, näheres über zwei Punkte zu erfahren. Es handelte sich darum, ob nämlich die chemisch so verschieden gebauten und doch assimilationsfähigen Stickstoffverbindungen durch verschiedene, chemische Außenbedingungen des Wachstums in ihrer Assimilationsfähigkeit beeinflußt werden, und zweitens ob bei der Assimilation chemisch verschiedener Stickstoffverbindungen die normalen Stoffwechselprodukte der Pflanze Differenzen zeigen. Experimentiert wurde mit Pilzen. Die gesammelten Erfahrungen teile ich in fünf getrennte Kapitel ein, und zwar:

I. Assimilation der Nitrite;

II. Assimilation des Nitrats und Ammonstickstoffes;

III. Assimilation der Hydroxylamin- und Hydrazinsalze.

IV. Assimilation der aliphatischen Aminosäuren;

V. Assimilation der aromatischen Aminosäuren.

In methodischer Hinsicht möchte ich bemerken, daß die meisten Versuche in speziell aus Jenaglas bei Schott & Comp. hergestellten, sehr breiten, jedoch niedrigen Kolben durchgeführt wurden. Bei gleichen Versuchsbedingungen kann jedoch die Trockenernte der Schimmelpilze im ziemlich weiten Grenzen variieren, besonders aber in den Fällen, wo nicht alle Kolonien eines Kolbens oberflächlich

wachsen, oder wo keine zusammenhängende Pilzdecke gebildet wird. Es kommt vor, daß in manchen Kolben die Pilze anfangs nicht wachsen wollen und nachträglich doch üppige Ernte erzielt werden. Hier handelt es sich um oligodynamische Wirkungen, welche nicht näher untersucht wurden.

### I. Assimilation der Nitrite.

Es wurde schon öfters die Ansicht ausgesprochen, daß der Stickstoff der Nitrite durch Schimmelpilze nicht assimilierbar sei. Doch haben S. Winogradzky u. Omeliański (Zentrbl. f. Bakteriologie, II. Abt. Band V, 1899, S. 341—342) einen Schimmelpilz erwähnt, welcher die Nitrite assimiliert, ohne deren Oxydation zu bewirken. Daß Basidiobolus ranarum in 1% $KNO_2$-Lösung, als ausschließlicher Stickstoffquelle, sehr kümmerlich wächst, habe ich im Jahre 1896 (Flora Bd. 82, S. 120) bewiesen. O. Treboux teilt (Berichte d. d. bot. Ges. 1905. Bd. XXII, S. 570) in einer verläufigen Mitteilung mit, daß Nitrite für verschiedene Chlorophyllpflanzen (ebenso auch für Pilze) meist eine gute N-Quelle abgeben und im Vergleich mit den Nitraten gleichen oder (so häufig bei Chlorophyceen) einen etwas besseren Nährwert enthalten, falls nur die Reaktion der Nährlösung alkalisch ist.

Vor zwei Jahren habe ich, um Nitritpilze zu finden, die Methode der elektiven Kultur angewandt. Eine gewöhnliche Nährlösung mit 5% Sakcharose als C-Quelle, mit 2% Natriumnitrit als Stickstoffquelle wurde in offenen, flachen Schalen offenstehen gelassen. Nach einigen Tagen war in den Schalen eine gemischte, meistens rötlich gefärbte Pilzvegetation zu sehen. Von dieser Nitritflora wurden zwei üppig wachsende Arten, nämlich die gewöhnliche Rosehefe, und eine nur spärliche Konidien bildende, in älteren Stadien schön rot gefärbte, üppig wachsende Cylindrotrichum-Art isoliert und längere Zeit in Nitritlösungen kultiviert. Eine Kulturreihe dieses Nitritpilzes, welche in großen Kolben in 1000 ccm Flüssigkeit mit 5% Sakcharose und verschiedenen Stickstoffquellen angestellt war, ergab am 6. VII. 1906 folgende Ernte-Gewichte (bei 100° getrocknet).

| | |
|---|---|
| Mit 1% Ammoniumsulfat . | 1·498 gr |
| mit 1% Natriumnitrit . . | 1·193 gr |
| mit 1% Natriumnitrat . . | 6·073 gr. |

Unsere Cylindrotrichumart hat also — unter den Bedingungen der Versuchsanstellung eine viermal größere Ernte mit Hilfe der Nitrate als mit Ammonsalzen geliefert.

Eine andere Versuchsreihe (28. IV. 1906) wurde mit gleichen Stickstoffmengen in je 200 ccm Flüssigkeit und 5% Sakcharose angestellt und zwar

A. mit 0·66% Ammoniumsulfat
B. mit 0·69% Natriumnitrit
C. mit 0·85% Natriumnitrat.

Die Kolben wurden am 12. IX. mit folgendem Resultat untersucht: Die Reaktion der Kulturen im Anfangsstadium war neutral.

| | A. | B. | C. |
|---|---|---|---|
| 1) Trockenernte | 0·74 gr | 2·724 gr | 1·725 gr |
| 2) Reaktion | sauer, | alkalisch | alkalisch |
| 3) Zur Neutralisation gebraucht für je 10 ccm Lösung | 8 ccm $\frac{n}{50}$ KOH (Kongo) | 24 ccm $\frac{H_2SO_4}{50}$ (Methylorange) | 3·8 ccm $\frac{n}{50}$ $H_2SO_4$ (Methylorange) |
| 4) Oxalsäure | negativ | negativ | negativ |
| 5) Reaktion Millon | +++ | +++ | +++ |
| 6) Bromwasser | keine Trübung | schwache Trüb. | weiße Trübung |
| 7) Eisenchlorid | violett grau | dunkel violett grau | violett grau |
| 8) Ammoniumvanadat | grau | schwarz violett | violett |
| 9) Ammoniakalischer Silbernitrat | ohne Reduktion | ohne Reduktion | ohne Reduktion |
| 10) Nessler R. | +++ | negativ | negativ. |

Die in der Tabelle zusammengestellten Befunde möchte ich kurz besprechen. Die höchste Ernte wurde mit Nitrit (in alkalischer Lösung) erzielt. Die Nitraternte (alkalische Lösung) ist höher als die Ammoniumernte (saure Lösung). Doch bildet der Ammoniumpilz keine Decke, wie es die beiden anderen tun, sondern wächst in kugeligen Aggregaten untergetaucht. Nitrate und Nitrite werden zu Ammonium nicht reduziert, dagegen in allen drei Lö-

sungen ist ein reduzierender Sekretkörper entstanden, wie sich dies aus der Vanadatreaktion ergibt. Oxalsäure wird nicht gebildet, dagegen findet sich in allen drei Nährlösungen ein aromatischer Exkret (Millonsche Reaktion), welcher sich mit Bromwasser trübt, jedoch die ammoniakalische Silberlösung nicht reduziert. Die aromatischen Verbindungen werden als Exkrete der Pilze, welche auf Kohlehydrate als die einzige Kohlenstoffquelle angewiesen sind, nach längerer Vegetation derselben sehr häufig gebildet, wahrscheinlich als Abbauprodukte der Reserveproteine. Mit der Vanadatreaktion werden wir uns in der vorliegenden Abhandlung nicht beschäftigen, über aromatische Abbauprodukte der Pilze bringen wir manche Experimente in dem letzten Kapitel.

Der Nitritjon ist also als Stickstoffquelle und zwar als eine gute Stickstoffquelle durch Pilze, welche keine (stärkeren) organischen Säuren (also nur $CO_2$) bilden, assimilierbar. Der Nitritjon wird dabei weder oxydiert noch zu Hydroxylamin reduziert. Die Nährflüssigkeit B mit Karbamid-Überschuß in schwach (mit Essigsäure) angesäuerter Lösung bis zum Verschwinden der Jodkaliumstärkereaktion erhitzt, ergab keine Reaktion mit Diphenylamin und Schwefelsäure, es hat sich also kein Salpeter gebildet. Das Fehlen der Reduktion und der Gasbildung mit der Silberlösung beweist die Abwesenheit der Hydroxylaminsalze, auch entstand mit Nessler's Reagens keine Ammoniakreaktion. Es wird also der Nitritjon als Stickstoffquelle verwertet

Aspergillus niger wächst in der gewöhnlichen Nährlösung mit 5% Sakcharose und mit 1% Natriumnitrit gar nicht. Die Kulturflüssigkeiten des Aspergillus mit Kohlehydraten, als alleiniger C-Quelle, werden jedoch bei dem Wachstum des Aspergillus sauer, und es ist klar, daß die saure Reaktion der Nährlösung, welche die Bildung der freien, sehr giftigen salpetrigen Säure aus Nitriten zur Folge hat, die Unverwendbarkeit der Nitrite bedingt. Zur experimentellen Entscheidung der Frage wurde den Kulturflüssigkeiten Natriumkarbonat, Natriumbikarbonat, Kalziumkarbonat, Magnesiumkarbonat zugesetzt und nach 12 Tagen erhielten wir folgende Resultate.

Nährlösung: 5% Sakcharose, 1% Natriumnitrit, 200 ccm Flüssigkeit.

| | Wachstum | Trockenernte | Fruktifikation | Reaktion der Flüssigkeit am Ende des Versuches |
|---|---|---|---|---|
| A. 0·25% $Na_2CO_3$ . . | + | 0·0045 gr | 0 | Eine Spur von saurer Reaktion |
| B. 0·25% $NaHCO_3$ . . | + | 0·0125 gr | 0 | alkalisch |
| C. 1% $CO_3Ca$ . . . . | 0 | 0 | 0 | neutral |
| D. 1% Magnesia alba . | + + | 0·025 gr | 0 | alkalisch |
| E. Ohne Zusatz . . . | 0 | 0 | 0 | neutral |

Ich bemerke, daß die Natriumkarbonatkultur, welche anfangs gut gedieh, in den letzten Tagen aus Mangel an Karbonat aufgehört hat zu wachsen. In der Kalkkarbonatkultur ist offenbar die die Unlöslichkeit des Karbonats die Ursache des negativen Resultats. In der Magnesiakarbonatkultur wächst der Aspergillus üppiger als in den übrigen Kolben und zwar nicht nur auf der Oberfläche der Flüssigkeit, sondern besonders auf der Oberfläche der Magnesiastücke, welche von Pilzhyphen so fest umsponnen waren, daß bei der Ernteberechnung ein kleiner Verlust unvermeidlich war.

Durch die beschriebenen Versuche wurde erwiesen, daß die Nitrite, solange die Nährlösung durch Karbonate neutralisiert wird, zwar eine Stickstoffquelle für Aspergillus niger sind, jedoch bei dieser Art der Neutralisation nur sehr geringe Ernten ergeben und die Sporenbildung verhindern. In der Magnesiakultur finde ich neben ganz normalen, schmalen, langzelligen Hyphen auch viele fast isodiametrische, dicke, jedoch kurze Zellen, wie solche bei Aspergillus bei verschiedenen schädlichen Eingriffen der Außenwelt entstehen. Eine Azidität der Nährlösung, welche in Ammonium- oder Nitratkulturen ganz unschädlich ist, wirkt dagegen in Nitritkulturen tödlich.

Aspergillus niger verträgt in gewöhnlichen Nährlösungen sowohl eine gewisse Alkaleszenz sowie auch eine gewisse Azidität ganz gut. Es sind dagegen Organismen bekannt, welche nur in sauren Lösungen gedeihen. Zu solchen Sauerorganismen zählen wir z. B. die Hefearten oder die Essigbakterien. Es ist klar, daß ein nur saure Nährlösungen vertragender Organismus nicht nur Nitrite nicht assimilieren kann, sondern sogar bei anderer zusagenden Stickstoffquelle die eventuelle Anwesenheit der Nitrite als Gift — infolge der Bildung der salpetrigen Säure — empfinden muß.

Zur Prüfung der Richtigkeit dieser Schlußfolgerung wurden zwei Hefearten benutzt, nämlich Willia anomala Hansen, für deren freundliche Zusendung ich Prof. C. Hansen in Kopenhagen bestens danke, sowie eine Reinkultur des Saccharomyces Cerevisiae, welche ich aus der Preßhefe der podolischen Hefenfabrik isoliert habe. Es wurden für jede Kultur je 200 ccm Nährlösung benutzt, als Kohlenstoffquelle diente 5% Sakcharose, als Stickstoffquelle in den einzelnen Kolben 1% Natriumnitrat, Natriumnitrit, Ammoniumsulfatlösung und zwar einmal mit, einmal ohne Zusatz von Magnesiumkarbonat. Die Alkaleszenz wurde mit $\frac{n}{50}$ $H_2SO_4$ und Rosolsäure, die Azidität mit $\frac{n}{50}$ HOH und Kongo untersucht. Versuchsdauer 6 Tage. Temperatur 30° C.

Willia anomala Hansen.

| | Wachstum | Reaktion | Zur Neutralisation nötige Menge $\frac{n}{50}$ $H_2SO_4$ | Zur Neutralisation nötige Menge $\frac{n}{50}$ KOH |
|---|---|---|---|---|
| A. Natriumnitrat . . . . . . | +++ | sauer | — | 6·5 ccm |
| $A_1$ „ mit Magnesia . | ++ | alkalisch | 6 ccm | — |
| B. Natriumnitrit . . . . . . | 0 | neutral | — | — |
| $B_1$ „ mit Magnesia . | ++ | alkalisch | 3·8 ccm | — |
| C. Ammoniumsulfat . . . . . | +++ | sauer | — | 17 ccm |
| $C_1$ „ mit Magnesia | 0 | alkalisch | 10 ccm | — |

Die Besprechung der Ammoniumversuche im Zusammenhang mit manchen Ergebnissen der Flüssigkeitsanalyse soll bei anderer Gelegenheit erfolgen, hier interessiert uns nur die Tatsache, daß Anomalushefe (Nitrat als Stickstoffquelle) kein Sauerpilz in dem oben postulierten Sinne ist und Nitrite in alkalischer Nährlösung assimiliert.

(Tabelle Seite 739).

Der Pilz wächst zwar in Natriumnitrat, doch nur äußerst schwach und scheint sich zuletzt nicht mehr zu vermehren. Laurent hat nämlich gezeigt, daß Hefe zu salpeterreduzierenden Organismen gehört, und diese Reduktion hat Pozzi-Escot (Oxydases & les re-

Saccharomyces Cerevisiae.

| | Wachstum | Reaktion | Zur Neutralisation verbrauchte Menge $\frac{n}{50}$ $H_2SO_4$ | $\frac{n}{50}$ KOH |
|---|---|---|---|---|
| A. Natriumnitrat . . . . . . | + | schwach sauer | — | 2 ccm |
| $A_1$ „ mit Magnesia . | 0 | alkalisch | 3·7 | — |
| B. Natriumnitrit . . . . . . . | 0 | neutral | — | — |
| $B_1$ „ mit Magnesia . | 0 | alkalisch | 3·1 ccm | — |
| C. Ammoniumsulfat . . . . . | +++ | sauer | — | 13·5 cm |
| $C_1$ „ mit Magnesia | 0 | alkalisch | 11 cm | — |

ductases pag. 95) mit dem Hefeextrakt (Philothion) außerhalb der Zelle durchgeführt. Ein salpeterreduzierender Organismus kann natürlich bei saurer Reaktion der Nährlösung nicht leben. Doch liefert die Lösung A keine Reaktion mit angesäuerter Jodkalistärkelösung, und mit dem Reagens von Griess nur eine sehr schwache Färbung.

Jedenfalls haben wir in der untersuchten Hefeart einen Organismus vor uns, welcher sogar in schwach alkalischen Lösungen nicht wachsen kann und der zugleich die Nitrite nicht assimiliert.

### II. Über die Assimilation des Nitrat- nnd Ammonstickstoffes.

Viele Pflanzen assimilieren ebenso den Stickstoff der Nitrate wie denjenigen der Ammonsalze, und speziell über das Verhalten der Pilze gibt es eine verhältnismäßig reiche Literatur. Weniger informiert sind wir dagegen über die verschiedene Beeinflussung der Assimilation des oxydierten Stickstoffes in Salpeter und des reduzierten Stickstoffes in Ammonsalzen durch äußere Bedingungen des Wachstums. Von der reichen Fülle solcher — einer experimentellen Prüfung würdigen — Bedingungen hat uns, — eben in Anbetracht der chemischen Differenz des $NO_3$ und $NH_3$, — die Wirkung der oxydierenden und der reduzierenden Körper auf die Stickstoffassimilation interessiert. Die Differenzen der Wirkung in den parallelen $NH_3$- und $NO_3$-Kulturen können auf verschiedene Weise zustande kommen. Infolge der rein chemischen Wirkung, also ganz extrazellulär, kann ein sonst unschädlicher Reduktionskörper aus Nitraten freie salpetrige Säure bilden und so das Wachstum in Salpeterkulturen hemmen oder das Leben vernichten, während

Ammoniumkulturen normal weiter wachsen. Es wäre aber auch ein anderer Fall denkbar, daß nämlich ein zugesetzter Oxydans oder Redukans extrazellulär keine Wirkung auf die $NO_3$-, resp. $NH_3$-Salze ausüben, dagegen in ungleichem Maße die Kuppelungsfähigkeit der Stickstoffkomponenten an das lebende Plasma beeinflussen oder sogar die Assimilation einer Stickstoffform verhindern würde. Physiologisch wären die letzten Fälle von Interesse, in Praxis dürften auch die zuerst genannten schwer wiegen. Experimentiert wurde mit Aspergillus niger, als Kohlenstoffquelle diente immer 5% Sakcharose, als Stickstoffquelle in der einen Reihe von Versuchen 1% Natriumnitrat, in der anderen 1% Ammoniumsulfat, die Flüssigkeitsmenge betrug immer 200 ccm. Eisen wurde nicht zugesetzt, was ich betonen will, da bei Oxydationen schon eine ganz geringe Eisenmenge als Überträger eine große Rolle spielen und die zu erforschende Wirkung möglicherweise dadurch verstärkt oder ganz anders gestaltet werden könnte. Ohne Zweifel würde es sich jedoch lohnen, wenigstens einige von den Versuchen bei Eisengegenwart zu wiederholen. Ich habe seinerzeit vergleichende Versuche mit und ohne Eisen über die Nitrifikation des Ammoniaks durch Nitrosomonaden gemacht und war von der äußerst langsamen Nitrifikation in den Fe-freien Kolben so überrascht, daß ich sogar eine Prüfung der Nitrifikationsschnelligkeit in möglichst eisenfreien Kulturen aus theoretischen Gründen für angezeigt halte.

Was die geprüften Oxydations- und Reduktionsmittel anbelangt, so konnten aus der langen Liste derjenigen, welche Lassar-Cohn (Arbeitsmethoden S. 791 ff.) angegeben hat, begreiflicherweise nur wenige untersucht werden und auch diese nur in neutraler Lösung. Untersucht wurden von den Oxydationsmitteln: Wasserstoffsuperoxyd, Kaliumsuperoxyd, Kaliumchlorat, Kaliumperchlorat, Kaliumbromat, arsensaures Natrium, Ammoniumvanadat, Bleisuperoxyd; von den Reduktionsmitteln: Aluminiumpulver, Zinkpulver, Schwefelpulver, Natriumthiosulfat, Kaliumphosphit, Kaliumhypophosphit, arseniksaures Kalium, ameisensaures Kali, Glukose.

1. Wasserstoffsuperoxyd. Benutzt wurde eine Lösung, von welcher 1 ccm 18·4 ccm $\frac{n}{10}$ Permanganatlösung brauchte. Zu je 200 ccm Flüssigkeit wurden von dieser Lösung je 10, 20 und 50 ccm zugesetzt. Die Kulturen wurden nach 5 Tagen untersucht. Die Flüssigkeit reagierte überall schwach sauer.

| | auf je 10 ccm Permanganat wurden anfangs verbraucht: | auf je 10 ccm Permanganat nach 5 Tagen: | Ernte |
|---|---|---|---|
| 1 a. $NaNO_3 + 10$ ccm $H_2O_2$ . | 9·2 | 7 ccm | 0·03 gr |
| 1 b. $(NH_2)_2SO_4 + 10$ ccm $H_2O_2$ | 9·2 | 0·75 „ | 0·131 „ |
| 2 a. $NaNO_3 + 20$ ccm $H_2O_2$ . | 18·4 | 15 „ | 0·0085 „ |
| 2 b. $(NH_2)_2SO_4 + 20$ ccm $H_2O_2$ | 18·4 | 5·1 „ | 0·229 „ |
| 3 a. $NaNO_3 + 50$ ccm $H_2O_2$ . | 46 | 34·45 „ | Spur |
| 3 b. $(NH_2)_2SO_4 + 50$ ccm $H_2O_2$ | 46 | 15·8 „ | 0·220 „ |

Die Sporen keimten in allen Kulturen, jedoch in Salpeterlösungen später als in Ammoniaklösungen. In den letzteren wachsen die Hyphen ungemein üppig, die Lufthyphen sind anormal bis 1·5 cm lang, prachtvoll weiß und bilden lockere, enorm hohe, kissenförmige Kolonien, welche dann normal fruktifizieren. An der Oberfläche der untergetauchten Hyphen bilden sich — als Folge der Katalasewirkung — viele große Sauerstoffblasen, wodurch eine Verarmung der Nährlösung an $H_2O_2$ eintritt

In Salpeterkulturen dagegen wird das Wachstum verlangsamt und zwar mit steigender Konzentration des verwendeten $H_2O_2$ immer stärker, so daß in einer Lösung, welche 50 ccm $H_2O_2$ auf 200 Flüssigkeit enthält, die Sporen zwar noch keimen, jedoch kein Wachstum zeigen. Die Ursache der hemmenden Wirkung der Salpeter-$H_2O_2$-Kulturen darf nicht etwa in der (unbewiesenen) Hemmung der Zerfalls des Wasserstoffsuperoxyds in Salpeterlösung gesucht werden, weil doch am Ende des Versuches die $H_2O_2$-Mengen in der Salpeterkultur 2 a und in der Ammonkultur 3 b gleich sind, während der Ernteertrag der Ammonkultur 25-fach die Gewichtsmenge desjenigen der Salpeterkultur übertrifft. Oxalsäure fehlt in allen Kulturen. Es wird also durch einen Zusatz von $H_2O_2$ die Assimilierbarkeit des Salpeterstickstoffs (im Gegensatz zu Ammonstickstoff) herabgedrückt, ohne jedoch bei kleineren Dosen des Oxydans vollständig zu verschwinden.

2. Kaliumpersulfat. In der Abhandlung über „Einige Chemomorphosen des Aspergillus niger" habe ich auf S. 765 kurz erwähnt, daß 1% Lösungen des stark oxydierenden Salzes für Aspergillus niger ohne Bedeutung sind. Ich habe diesen Satz unrichtig, nämlich zu allgemein formuliert. Nur schwache Konzentrationen der Per-

sulfate zeigen keine sichtbare Wirkung auf die Lebensweise, die Assimilation des Stickstoffes und die Sporenbildung des Aspergillus niger, in stärkeren Lösungen wird die Sporenbildung unterdrückt, das Wachstum stark retardiert und anomale Zellen gebildet.

Erwähnen will ich noch, daß alle benutzten Persulfate mit Diphenylamin und Schwefelsäure eine blaue Reaktion geben, also nitrathaltig sind und dadurch in meinen Ammoniakkulturen mit Persulfaten auch oxydierter Stickstoff vorhanden war. Von einer Gasbildung, wie solche in Wasserstoffsuperoxydkulturen als Folge der Katalasewirkung sehr intensiv aufgetreten war, ist in Persulfatkulturen keine Spur zu finden. Kaliumpersulfat wurde benutzt in 0·25, 0·5, 1, 2% Lösung. Die Kulturen wurden 8 Tagen nach der Aussaat untersucht.

| | | Ernte | Sporenbildung | Zur Neutralisation der 10 ccm nötige Menge $\frac{n}{50}$ KOH |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | $NaNO_3 + 0·25\% \ S_2O_8K_2$ | 0·627 | +++ | 21 ccm |
| $A_2$ | $SO_4(NH_4)_2 + 0·25\% \ S_2O_8K_2$ | 0·559 | +++ | 28 „ |
| $B_2$ | $NaNO_3 + 0·5\% \ S_2O_8K_2$ | 0·4935 | +++ | 21 „ |
| $B_2$ | $SO_4(NH_4)_2 + 0·5\% \ S_2O_8K_2$ | 0·474 | +++ | 26 „ |
| $C_1$ | $NaNO_3 + 1\% \ S_2O_8K_2$ | 0·422 | + | 12 „ |
| $C_2$ | $SO_4(NH_4)_2 + 1\% \ S_2O_8K_2$ | 0·332 | + | 22·5 „ |
| $D_1$ | $NaNO_3 + 2\% \ S_2O_8K_2$ | ? [1] | 0 | ? |
| $D_2$ | $SO_4(NH_4)_2 + 2\% \ S_2O_8K_2$ | ? [1] | Spuren | ? |

Obwohl augenscheinlich Ammonkulturen üppiger als Nitratkulturen zu wachsen scheinen, zeigen doch die Trockenerntegewichte eine Hemmung der ersten [2]). Gegen Erwarten zeigen die beiden Versuchsreihen keine stärker ausgeprägten Diffenrezen.

3. Kaliumchlorat. Eine Zusammenstellung des bisher über die Wirkung des $KClO_3$ auf die Pflanzen Bekannten ist bei Loev (Giftwirkungen, 17) zu finden. Nach Manassein werden Schimmelvegetationen sogar bei Zusatz von 7% $ClO_3K$ zur Nährlösung

[1]) Die beiden Pilzdecken wurden zu mikroskopischen Zwecken fixiert.

[2]) In einer 28 Tage alten Kultur mit 1·5% $S_2O_8K_1$ und 1% $NaNO_3$ wog die Ernte 0·768 gr, in der Parellelkultur mit 1% $(NH_4)_2SO_4$ und Persulfat nur 0·388 gr.

(Rohrzucker, weinsaures Ammoniak und Hefeasche) nicht geschädigt, selbst nicht bei saurer Reaktion!

Auf die Assimilation des Ammoniakstickstoffs sind Chlorsäurejonen tatsächlich ohne Einfluß, dagegen wird durch ihre Anwesenheit, sogar in starker Verdünnung, die Assimilation des Nitratstickstoffs fast vollständig unterdrückt. Die Hemmung des Wachstums in den Salpeter-Chloratkulturen ist — wie durch spezielle Versuche festgestellt wurde — die Folge des Stickstoffhungers und nicht die einer Giftwirkung.

In Ammon-Chloratkulturen keimen die Sporen, und die Hyphen wachsen ganz normal; in den Salpeter-Chloratkulturen keimen viele Sporen nicht, und die gekeimten wachsen entweder gar nicht, oder einige von ihnen bilden sehr dünne, lange, inhaltsarme Hyphen, welche typische Hungerhyphen darstellen, wie wir solche in den s. g. stickstofffreien Lösungen der chemischen Laboratorien finden. Diese Hungerhyphen wachsen in 5% Sakcharoselösung.

Weitere Forschungen sollen uns über die Ursache der so schwachen Azidität der Salpeter-Chloratkulturen Aufklärung geben. Offenbar findet infolge des „Minimumgesetzes" in diesen Kolben trotz der Anwesenheit des Salpeters nur ein äußerst beschränkter Sakcharoseverbrauch statt.

| | | Ernte in Gramm | Zur Neutralisation der 10 ccm Lösung verbrauchte ccm der $\frac{n}{50}$ KOH |
|---|---|---|---|
| $A_1$ | $NaNO_3 + 0{\cdot}5\%\ KClO_3$ | 0·014 | 3 |
| $A_2$ | $SO_4(NH_4)_2 + 0{\cdot}5\%\ KClO_3$ | 1·129 | 29 |
| $B_1$ | $NaNO_3 + 1\%\ KClO_3$ | 0·014 | 2·5 |
| $B_2$ | $SO_4(NH_4)_2 + 1\%\ KClO_3$ | 0·717 | 22 |
| $C_1$ | $NaNO_3 + 2\%\ KClO_3$ | 0·0085 | 2·5 |
| $C_2$ | $SO_4(NH_4)_2 + 2\%\ KClO_3$ | 1·4 | 35 |
| $D_1$ | $NaNO_3 + 5\%\ KClO_3$ | 0·006 | 1·5 |
| $D_2$ | $SO_4(NH_4)_2 + 5\%\ KClO_3$ | 1·562 | 37 |

Die Kulturkolben wurden 9 Tage nach der Aussaat untersucht. Nur in der Kultur $A_2$ und $B_2$ hatten sich kaum wahrnehmbare Spuren der Oxalsäure gebildet. Alle Ammonkulturen liefern mit Ammonvanadat eine grauviolette, mit Eisenchlorid eine rötli-

che Färbung, während diese in Salpeterkulturen vollständig fehlen. Nitrite oder Hydroxylaminsalze sind in keiner Kultur zu finden (die Reaktionen: nach Griess; JK + Stärke + Essigsäure, Kupfersulfat, ammoniakalische Silberlösung sind alle ohne Erfolg).

Daß sich in den Salpeterkulturen durch Zusatz von Chlorat kein Giftstoff bildet, ist klar, da die Keimlinge und die dünnen Hyphen zwar nicht weiter wachsen, jedoch am Leben bleiben. Zwei weitere Versuche sollten den Sachverhalt klären. Es wurden drei Kolben mit je 200 ccm 5% Sakcharoselösung mit je 2% $KClO_3$ beschickt. Als Stickstoffquelle diente in

1) 1% $NaNO_3$
2) 1% $SO_4(NH_4)_2$
3) 1% $NaNO_3$ + 1% $SO_4(NH_4)_2$

Die Kulturen wurden nach 5 Tagen unterbrochen und die bei 200° getrockneten Pilzdecken gewogen.

| | Azidität mit $\frac{n}{50}$ KOH in ccm gemessen | Ernte |
|---|---|---|
| 1. Kultur | 2 ccm | 0·004 gr |
| 2. „ | 22 „ | 1·412 „ |
| 3. „ | 6·5 „ | 0·342 „ |

In der Mischkultur Nr. 3. wächst Aspergillus im Vergleich mit der reinen Ammonkultur verspätet und schwächer, doch sonst ganz normal. fruktifiziert ebenso normal. nur etwa 24 Stunden später.

Das gleiche Resultat wurde erzielt, wenn einer von beiden fünf Tage alten Salpeter-Chloratkulturen, in welchen Aspergillus fast nicht gewachsen hat, ein wenig Ammoniumsulfat zugesetzt wurde. Der Pilz wächst jetzt, natürlich nur in dem $NH_3$-Kolben sehr stark.

Die gleichzeitige Anwesenheit der Nitrat- und Chloratjonen verhindert also die Assimilation des Ammoniumstickstoffes nicht, doch schwächt sie die Intensität derselben.

Aus praktischen Gründen wäre es angezeigt zu untersuchen, ob bei den Phanerogamen die Assimilation des Salpeterstickstoffes bei Gegenwart der Chlorate vor sich geht. Die Chlorate finden sich doch in Chilisalpeter, werden jedoch im Gegensatz zu den Per-

chloraten in der Kaufwaare durch die Versuchsstationen nicht speziell beanstandet.

4. Kaliumperchlorat wurde in 0·5% Lösung versucht, und die Kulturen nach 9 Tagen untersucht. Beide Kulturen wachsen ganz normal und üppig, fruktifizieren normal und zeigen augenscheinlich keine Differenzen. Die stark sauren Kulturflüssigkeiten zeigen mit Eisenchlorid intensiv rote Reaktion der Essigsäure, mit Ammoniumvanadat Violettfärbung, mit dem Reagens von Griess auf Nitrite verhalten sich beide negativ; die amoniakalische Silberlösung zeigt weder Reduktion noch Gasentwickelung. Die Azidität war stärker in der Salpeterlösung, als in der Ammonflüssigkeit, 10 ccm von der ersten verbrauchten 131 ccm von $\frac{n}{50}$ KOH (auf Kongo), die gleiche Menge von der zweiten dagegen nur 109 ccm.

5. Kaliumbromat wurde in 0·5% Lösung gebraucht, die Kulturen wurden nach 9 Tagen untersucht. Beide Kulturen wachsen gleich gut, fruktifizieren, und keine von ihnen zeigt irgend welche Anomalien. Mit Eisenchlorid, Ammoniumvanadat, Millon'schem Reagens, Griess'schem Reagens, amoniakalischer Silberlösung zeigen sie keine Reaktion. Oxalsäure wurde nicht gebildet. Je 10 ccm der Lösung brauchten zur Neutralisation bei der Salpeterkultur 23 ccm, bei der Ammonkultur 18·5 ccm von $\frac{n}{50}$ KOH (Indikator: Kongo).

6. Ammoniumvanadat wurde in 0·5% Lösung gebraucht. Zwei Tage nach der Aussaat verfärbt sich in beiden Kulturflüssigkeiten die unmittelbar an die Hyphen grenzende Flüssigkeitsschicht infolge der Säurebildung und Reduktion grün, bald darauf erscheinen die beiden Kulturen schwarzgrün. Beide Kulturen wachsen stark und normal, jedoch ist in der Ammonkultur nach 2 Wochen die Sporenbildung bedeutend spärlicher als in der Salpeterkultur. Wegen der intensiv dunklen Farbe der Nährlösung konnten die gewöhnlichen Reaktionen nicht gemacht werden.

7. Arsensaures Natrium wurde in verschiedenen Konzentrationen angewandt, da jedoch die Kulturen durch andere Pilze und Bakterien verunreinigt waren, so will ich nur kurz bemerken, daß in 0·1%, 0·25% und 0·5% Lösungen, sowohl in der Salpeter- wie in der Ammonkultur Aspergillus wächst und fruktifiziert.

8. Bleisuperoxyd und 9. Braunstein verhindern, den

Nährlösungen zugesetzt, weder das Wachstum noch die Fruktifikation. Zwischen den Ammon- und den Salpeterkulturen bemerke ich keine ausgeprägte Differenz.

---

Von den Reduktionsmitteln wurde mit folgenden Körpern experimentiert:

1. Zinkpulver wirkt, der Nährlösung zugesetzt, auf das Wachstum des Aspergillus niger ganz anders in der Salpeter- als in der Ammonlösung. In beiden Nährlösungen keimen die Sporen, doch in der Salpeterlösung wachsen sie gar nicht weiter, in der Ammonlösung wachsen sie zwar gut; doch solange Zinkpulver noch nicht oxydiert ist und als Reduktionsmittel wirkt. fruktifiziert Aspergillus nicht. Die ersten Sporenträger bilden sich erst in nicht mehr reduzierenden Lösungen.

Neun Tage alte Kulturen lieferten folgendes:

| | | Ernte | Azidität [1] | Alkalität [1] | Reaktion nach Griess | IK + Stärke + Essigsäure |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 1% $NaNO_3$ + 1% Zn | 0 | — | — | +++ | +++ |
| $A_2$ | 1% $(NH_4)_2SO_4$ + „ | 0·672 gr | 24 ccm | 0·3 ccm | 0 | 0 |
| $B_1$ | 1% $NaNO_3$ + 2% Zn | 0 | — | — | +++ | +++ |
| $B_2$ | 1% $(NH_4)_2SO_4$ + „ | 0·602 gr | 16 ccm | 0·2 ccm | 0 | 0 |
| $C_1$ | $1^9/^0$ $NaNO_3$ + $5^0/_6$ Zn | 0 | — | — | +++ | +++ |
| $C_2$ | 1% $(NH_4)_2SO_4$ + „ | 0·578 gr | 9·5 ccm | 0·18 ccm | 0 | 0 |

Es wird also durch Zinkpulver Salpeter zu Nitrit reduziert und es liegt die Vermutung nahe, daß die Hemmung des Wachstums in Salpeterkulturen eben durch Gegenwart des Nitrits verursacht wird. Wir haben deswegen einer Kultur mit 2% Zink noch 1%

[1]) Die Azidität wurde mit $\frac{n}{50}$ KOH gemessen, angegeben ist die Zahl der ccm, welche 10 ccm Kulturflüssigkeit (Indikator: Kongo) neutralisierten; Alkalität in ccm $\frac{n}{50}$ $H_2SO_4$ (Indikator: Phenolphtalein).

Magnesiumkarbonat zugesetzt, doch auch in diesem Kolben wuchs Aspergillus gar nicht. Möglicherweise ist die zu hohe Alkalität des letztgenannten Kolbens daran schuld.

2. Aluminiumpulver, in 1%-ger Menge den Kulturlösungen zugesetzt, schwimmt zunächst als silberne Decke auf deren Oberfläche. Die ausgesäten Aspergillussporen keimen und ihre Hyphen wachsen. In den ersten Tagen ist augenscheinlich das Wachstum der Hyphen in der Ammonflüssigkeit stärker als in der Nitratkultur. Im weiteren Verlaufe, während der starken Reduktion, ändert sich jedoch die Wachstumsweise so, daß endlich die Nitratkultur eine ungemein üppige, sehr intensiv sporenbildende Decke bildet, während die Decke der Ammonkultur weniger dick und deren Sporenbildung retardiert erscheint. Nach 16 Tagen wurde Aluminium noch nicht (besonders in der Ammoniumkultur) oxydiert, und die geernteten Pilzdecken von dem metallischem Aluminium, welches das Erntegewicht ein wenig (besonders in der Ammonkultur) erhöht, nicht zu befreien. Sonst wurde folgendes ermittelt:

| | Trockenernte | Azidität mit ccm $\frac{n}{50}$ KOH gemessen (Kongo) | Reaktion nach Griess | IK + Stärke + Essigsäure | Oxalsäure |
|---|---|---|---|---|---|
| 1% $NaNO_3$ | 3·1 gr | 1·8 ccm | + | Spur | +++ |
| 1% $(NH_4)_2SO_4$ | 1·06 gr | 19 ccm | 0 | 0 | Spur |

Trotz der schwachen Nitritreaktion in der Salpeterkultur beschwach saurer Reaktion wächst der Apergillus sehr gut.

3. Schwefelblumen, in 2% Menge zugesetzt, schwimmen auf der Oberfläche der Flüssigkeit, sind später von den Pilzmassen nicht zu trennen, weswegen die letzteren nicht gewogen wurden. $H_2S$ bildet sich in beiden Kulturen in geringen Mengen, Bleiazetatpapier wird jedoch oberhalb der Ammonkultur dünkler gefärbt als oberhalb der Nitratkultur. Aspergillus wächst in beiden Kulturen sehr gut, in der Ammonkultur augenscheinlich üppiger als in der Salpeterkultur. Nach 16 Tagen sind beide Flüssigkeiten stark sauer, 10 ccm Salpeterkultur verbraucht zur Neutralisation (auf Kongo) 68 ccm $\frac{n}{50}$ KOH, 10 ccm Ammonkultur nur klein wenig

mehr. nämlich 79 ccm. Die Oxalsäure ist in beiden Flüssigkeiten sehr reichlich vorhanden, speziell in der Salpeterkultur bildet sich ein so reicher Kalkoxalatniederschlag, wie ich es in anderen Saccharosekulturen noch nicht beobachtet habe. Sie ergibt mit Eisenchlorid in der Salpeterkultur eine graugelbe, in der Ammonkultur eine rote, mit Ammoniumvanadat in den beiden Flüssigkeiten, besonders aber in der Ammonkultur, eine dunkelviolette Reaktion, mit dem Reagens von Millon in beiden die Rotfärbung der Flüssigkeit.

In der Salpeterkultur wurde — womit ich mich aber nicht näher beschäftigen wollte — ein Körper gebildet, welcher mit dem Reagens von Griess (Sulfanilsäure, $\alpha$-Naphtylamin, Essigsäure) eine tiefblaue, nach der Alkalisation eine gelbliche Farbe, mit dem Reagens von Nessler eine prachtvolle, im Reagens lösliche rote Farbe liefert.

4. Natriumthiosulfat hat in Ammonkulturen, wie ich schon früher publiziert habe (Chemomorphosen des Aspergillus niger, Bulletin de l'Acad., Décembre 1905), die Bildung des intrazellularen Schwefels zur Folge und verhindert dadurch die Sporenbildung. Dieselben Wirkungen verursacht er in Nitratkulturen. Bei geringen Zugaben (0·5%, 0·25%) fängt der Salpeterpilz an, in drei Tagen schwarze Sporen zu bilden, doch hört die Sporenbildung nach 1 bis 2 Tagen ganz auf, die Sporenträger werden von weißen, schwefelsammelnden Hyphen bedeckt und dann kommt es nicht mehr zur Sporenbildung.

5. Kaliumphosphit in 1% Lösung verhindert nicht die Keimung der Sporen. In der Salpeterlösung wachsen Hyphen in den ersten Tagen sehr wenig und stellen endlich ihr Wachstum ganz ein, ohne zu fruktifizieren. In der Ammonlösung wächst dagegen der Aspergillus ungemein üppig und bildet dicke, gut fruktifizierende Kahmhaut. Nach 16 Tagen wurden die Kulturen untersucht.

(Tabelle Seite 749).

In der Nitratlösung wurden also Nitrite durch Reduktion gebildet.

6. Kaliumhypophosphit in 0·5% Lösung ist in beiden Lösungen ohne sichtbare Wirkung auf Wachstum und Fruktifikation des Pilzes. Vier Tage nach der Aussaat wurde in der Salpeterlösung 0·265 gr, in der Ammoniumlösung 0·436 gr Trockenernte er-

| | Azidität [1]) | Oxalsäure | Reaktion nach Griess | IK + Stärke + Essigsäure | Ammonium-vanadat |
|---|---|---|---|---|---|
| Nitratlösung . . | 10·5 | 0 | +++ | ++ | 0 |
| Ammonlösung . | 75 | + | 0 | 0 | violett |

zielt. In den Kulturen, denen 1% Hypophosphit zugesetzt wurde, trat eine noch stärkere Verminderung der Salpeterernte ein. Nach 4 Tagen wog der Ernteertrag in der Salpeterflasche 0·18 gr, in der Ammoniumflasche 0·448 gr. Mit dem Reagens von Griess ergaben alle Kulturen negative Resultate.

7. Arseniksaures Kali wurde in verschiedenen Konzentrationen versucht, doch kann ich darüber wegen deren Verunreinigung durch Bakterien nur berichten, daß in 0·1% Lösungen Aspergillus sowohl in Salpeter- wie in Ammoniumlösungen gut fruktifiziert.

8. Ameisensaures Natrium zeigt in 0·5% Lösung keine sichtbare Wirkung. Der Ammon- und der Salpeterpilz wachsen sehr üppig und bilden massenhaft Sporen. In beiden Kulturlösungen wurde (nach 14 Tagen) Oxalsäure in sehr reichlicher Menge gefunden.

Endlich will ich erwähnen, daß nach Zusatz von 2% Dextrose keine sichtbare Differenz zwischen dem Wachstum des Salpeter- und des Ammonpilzes erzielt wurde.

Zur Beurteilung der oben zitierten Wirkungen der zugesetzten Oxydations- und Reduktionsmittel mögen einige Resultate der Analyse der Flüssigkeiten dienen, in welchen Aspergillus niger 10 Tage lang ohne jeden Zusatz gewachsen hat.

| | Millon | Vanadat | $IO_3$ | Zur Neutralisation von 10 ccm Lösung nötige Menge $\frac{n}{50}$ KOH | Oxalsäure |
|---|---|---|---|---|---|
| Salpeterpilz | 0 | dunkel violett | Spur | 78 ccm | +++ |
| Ammonpilz | 0 | dunkel violett | + | 39 ccm | + |

[1]) Die Azidität wurde mit der Zahl der ccm der $\frac{n}{50}$ KOH gemessen, welche zur Neutralisation von 10 ccm Lösung (auf Kongo) nötig sind.

Bei der Assimilation der Ammonsalze bleiben die Anjonen in der Lösung, bei der Assimilation des Salpeters dagegen die Katjonen. Ist die Assimilation der beiden — so verschiedenen — Stickstoffverbindungen gleich stark, dann soll nach einer Wachstumsperiode die Ammoniakkultur an anorganischen Anjonen, die Salpeterkultur an anorganischen Katjonen reich werden. Die Aziditätsverhältnisse werden jedoch durch Bildung der organischen Anjonen stark und wie im vorliegenden Fall in entgegengesetzter Richtung verschoben.

### III. Über den Nährwert der Hydroxylamin- und der Hydrazinsalze.

„Diamid (Hydrazin) $N_2H_4$ und Hydroxylamin $NH_2OH$ wirken selbst bei erstaunlichen Verdünnungen giftig auf alles Lebendige", schreibt O. Loew (S. 38). Da jedoch Ammoniak ($NH_3$), salpetrige Säure ($NO_2$) und Salpetersäure ($NO_3$), alles ebenfalls heftige Gifte in ihren Salzen assimilationsfähig sind, so habe ich einige Versuche angestellt, ob die Hydrazin- und Hydroxylaminsalze wirklich unbedingt alles Lebendige töten oder nicht. Die nützlichen Ammoniaksalze, die Nitrite und die Nitrate werden doch durch Entjonisierung zu heftigen Giften für alles Lebendige und die chemischen Rücksichten darauf, daß „das Diamid selbst in stärkst saurer Lösung jede Aldehydgruppe festlegt" (Loew, Giftwirkungen, S. 39), machen die Fragestellung nur noch interessanter.

Leider konnte ich die Nährlösungen, um die labilen Stickstoffverbindungen nicht zu zerstören, auch nicht sterilisieren, und so war die Erforschung der Bedingungen unter welchen $N_2H_4$ und $NH_2OH$ für das Leben giftig, eventuell nicht assimilationsfähig sind, bei gemischten Vegetationen bei meinem Zeitmangel nicht durchführbar.

In mehrere Glasschalen wurde eine Nährlösung mit 5% Saccharose als C-Quelle und mit 0·5% Hydroxylaminchlorhydrat, resp. 0·5% Hydrazinsulfat als N-Quelle gegossen, offen im Laboratorium und in dem botanischen Garten einige Stunden stehen gelassen, auch mit verschiedenen Erden und Strohproben infiziert und nach Bedeckung in den Laboratoriumsschrank gestellt. In Hydroxylaminschalen waren bald reichliche, wachsende Schimmelkolonien sichtbar, in den Hydrazinlösungen dagegen zeigte sich in den ersten Tagen nichts Wachsendes, später aber keimten auch hier einige Pilzarten, und eine graubraune Penicilliumart fruktifizierte gut. Nach-

dem festgestellt wurde, daß in den Lösungen Hydroxylamin- resp. Hydrazin noch vorhanden war, wurden einige üppiger wachsende Pilzrasen in ebensolche Lösungen übertragen. Doch waren auf diese Weise keine Reinkulturen zu bekommen. Am 28. IV wurden in Kolben folgende Nährlösungen gemacht (in 5% Sakcharose).

1) 0.695% Hydroxylaminchlorhydrat.

2) 0·82% Hydroxylaminsulfat,

3) 0·75% Hydrazinsulfat, also Lösungen, welche einer 0·66% Ammonsulfatlösung gleiche Stickstoffmenge besaßen. In diese Kolben wurden Schimmelpilze aus den erwähnten Schalen übertragen. Da auch jetzt die Pilze gut wuchsen, wurden am 2. VI. weitere 5% Sakcharoselösungen angefertigt mit

4) 1·4% Hydroxylaminchlorhydrat,
5) 2·8% „
6) 4% „
7) 1·5% Hydrazinsulfat,
8) 3% „

Bei der Untersuchung am 7. VII. wurde folgendes notiert. In der Kultur 1, 2, 3 wachsen die Fadenpilze sehr gut. In der Kultur 4 wächst ein rotgefärbter Schimmelpilz sehr üppig. In den Kulturen 5 und 6 leben die eingebrachten Fadenpilze nicht mehr, dagegen vermehrt sich noch eine kuglige Hefe. In der Kultur 7 (1·5% Hydrazinsulfat) wachsen verschiedene Pilze ganz üppig. In der Kultur 8 (3% gesättigte Hydrazinsulfatlösung) wächst eine Verticilliumart in zahlreichen, etwa 1 mm dicken kugeligen Kolonien am Boden des Gefäßes! In der Lösung 1 und 2 (1 Mol. Stickstoff als Hydroxylaminsalz geliefert) wächst sogar und fruktifiziert der spontan angesiedelte Aspergillus niger.

Es waren lauter Mischkulturen, doch wurde in manchen (200 ccm Nährlösung) die Trockenernte bestimmt.

1 a = 1·801 gr
1 b = 2·087 „
1 c = 1·974 „
1 d = 1·565 „
2 a — 1·896 „
2 b = 1·731 „
3 a = 0·098 „

Um über die Zersetzung der dargebotenen Stickstoffsalze während der längeren Wachstumszeit Aufschluß zu erhalten, habe ich Herrn Dr. Niklewski ersucht, die Nährlösungen am Schluß der Versuche zu analysieren. Hydrazin wurde nach H. Rimini (Chem. Zentralblatt 1899, II, 455), in ähnlicher Weise auch Hydroxylamin gemessen, wobei die Fehlerquellen (wegen Dextrose) innerhalb der Fehlergrenze liegen Es wurde in 1 = 0·26%; in 2 a = 0·17%; in 2 b = 0·19%; in 4 = 1·18% Hydroxylamin (als Chlorat); in 3 a = 0·36%; in 3 b = 0·38%; in 7 = 1·48%; in 8 = 3·03% Hydrazin (als Sulfat) gefunden. Die Vermutung, es habe sich in der Flüssigkeit ein Hydrazon gebildet (O Loew, Hofmeisters Beiträge IV, S. 248) ist also nicht stichhältig.

## IV. Über die Assimilation der aliphatischen Aminosäuren und Amide.

Zwei verschiedene Fragen, die trotz aller bisherigen Arbeiten einer weiteren Klärung bedürfen, sollten durch die vorliegenden Versuche — wenn auch nur teilweise — Beantwortung finden. Die aliphatischen Aminosäuren gehören bekanntlich zu den besten Stickstoff- und Kohlenstoffernährern der Pilze. Ob sie jedoch als ganzes assimiliert, oder aber vorher in zwei Molekel, ein N-haltiges und ein C-haltiges gespalten werden, ob im letzten Fall die Spaltung in Ammoniak und eine entsprechende Oxysäure im Momente der Assimilation als notwendige Folge der Assimilation der N- oder der C-Komponente erfolgt, oder aber vorher, von der Assimilation unabhängig, sich vollzieht, wäre die erste Frage.

Im Gegensatz zu den Aminosäuren sind wir über die Art der Assimilation des Stickstoffes der Amide viel besser unterrichtet. Dank den Arbeiten Pasteurs, Miquels, van Thieghems und einiger anderer Forscher wissen wir, daß sehr viele Bakterien, Pilze, ferner einzelne Organe höherer Tiere ein Enzym, „Urease“, ausscheiden, welches Harnstoff in $NH_3$ und $CO_2$ spaltet. Wir sprechen in solchen Fällen von einer ammoniakalischen Gärung. Doch nicht nur der Harnstoff, sondern auch andere Säureamide (Azetamid, Asparagin. Glutamin) unterliegen durch enzymatische Tätigkeit der Verseifbarkeit (Gonnermann, Pflügers Archiv 89, S. 493; Bd. 95, S. 278), und man kann in allen diesen Fällen von ammoniakalischer Gärung sprechen. K. Shibata (Hofmeisters Beiträge zur chem. Physiologie. V, 384) konnte mit toten Aspergillusdecken Karbamid, Biuret, Azetamid verseifen, er nennt jedoch das betreffende Enzym

„Amidase“, weil die Identität desselben mit der Urease zur Zeit noch nicht festgestellt ist. Auch von der Alaninsäure ($\alpha$-Aminopropropionsäure) wird auf dieselbe Weise ein wenig $NH_3$ abgespalten, dagegen tritt diese Erscheinung bei den anderen Aminosäuren (Glykokoll, Leuzin, Asparaginsäure) nicht auf. Mit lebendem Aspergillus niger wird der Aminostickstoff des Leuzins, Tyrosins, Amido- und Aminosäurestickstoffs des Asparagins abgespalten (Butkewitsch, Pringsheims Jahrbücher 1903, Bd. 38, S. 192). Durch zerkleinerte tierische Organe konnte S. Lang von Glykokoll (Darm und Pankreas), Tyrosin (Nebenniere), Leuzin und Cystin (Leber), Ammoniak abspalten (Hofmeisters Beiträge V, S. 321). Meine biologische Versuchsanstellung, die ich nur qualitativ prüfte, sollte feststellen, ob durch Kohlenstoff. respektive durch Stickstoffhunger die Ammoniakabspaltung beeinflußt wird.

Die andere Frage, welche mit der vorigen bei solcher Versuchsanstellung im engen Zusammenhange steht und über welche Kontroversen in der Literatur existieren, betrifft die Bildung der Oxalsäure. Zur Orientierung darüber möchte ich zunächst folgendes betonen. Bei der Spaltung der Aminosäuren unter Anlagerung eines Moleküls Wasser muß Ammoniak und eine entsprechende Oxysäure resultieren. Also sollte sich bei der Assimilation des Glykokolls Glykollsäure bilden, bei der des Alanins Milchsäure, bei derjenigen der Asparaginsäure Äpfelsäure, bei der Spaltung der Glutaminsäure Oxyglutarsäure u. s. w. Bei dem Stickstoffhunger und Kohlenstoffüberschuß wird Ammoniak assimiliert und Oxysäure könnte sich in der Kulturflüssigkeit des Aspergillus ansammeln (wie bei Sukkulenten). Bei eintretendem Stickstoffüberschuß sollten jedoch die Oxysäuren verbraucht werden und zwar zur Vermehrung des Kohlenstoffs in der lebendigen Substanz und ferner sollten sich durch Oxydation höher oxydierte Säuren, also Oxalsäure und Kohlendioxyd, bilden. In den Kulturen des Aspergillus in Pepton sollen sich aus den infolge der tryptischen Spaltung entstandenen zahlreichen Aminosäuren die Oxysäuren der aliphatischen Reihe, der Benzol- und der Benzopyrrolreihe bilden. Aber ebenso müssen bei Phanerogamen in den Vegetationspunkten und in Meristemen, wo auf Kosten der Zersetzungsprodukte der Eiweißreserven neue Zellen gebildet werden, ähnliche Prozesse stattfinden, also Ammoniakbildung, Bildung der Oxysäuren der aliphatischen, der Benzol- und der Benzopyrrolreihe. Diese Oxysäuren werden hier zum Teil

verbraucht, zum Teil weiter oxydiert und haben — um der Nomenklatur W. Schimpers zu folgen — die primäre Oxalatbildung, aber auch die primäre [1]) „Gerbstoff"-Bildung und die primäre Bildung der Pyrridin und Indolderivate zur Folge. Leider sind mir keine Untersuchungen über den chemischen Mechanismus der Assimilation des Stickstoffs der Aminosäuren bei den aeroben oder anaeroben Organismen bekannt. Daß dieser Prozeß durch $H_2O$-Anlagerung erfolgt, ist noch nicht experimentell erwiesen. Daß dabei bei den Aeroben keine Reduktion stattfindet, scheinen die zahlreichen Versuche mit Methyl-, resp. Äthylaminen zu beweisen, wobei Methan- (resp. Äthan-)Bildung nicht beobachtet wurde. Ebenso wenig wurde experimentell bewiesen, daß diese Assimilation mit einer Oxydation des Kohlenstoffradikals verbunden ist. Im letzten Sinne scheinen zwar die Befunde Emmerling's zu sprechen.

O. Emmerling (Zentralblatt für Bakteriologie, X, 1903, S. 273) hat bei dem Wachstum des Aspergillus niger auf Glykokoll, $\alpha$-Serin, Alanin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Phenylalamin, Prolin stets Oxalsäure nachweisen können, wenn auch bei Phenylalanin nur in Spuren. Ebenso fanden E. Abderhalden und Yutaka Teruchi Oxalsäure in ihren Kulturen des Aspergillus in synthetischen Polypeptiden (Zeitschrift für phys. Chemie 1905, Bd. 47, S. 394). Dagegen konnte Emmerling, entgegen den älteren Angaben Wehmers, keine Oxalsäurebildung enthalten mit allen dreizehn von den untersuchten Kohlehydraten.

Aus oben erwähnten Gründen wurden mit jedem der untersuchten Körper vier Versuche mit je 100 ccm Flüssigkeit angestellt, und zwar: erstens (I) ohne andere C- und N-quellen, um auf diese Weise zu ermitteln, ob die Verbindung als C- und N-quelle dienen kann; zweitens (II) mit 1% Zugabe von Natronsalpeter als Stickstoffquelle, da in solchen stickstoffreichen, jedoch wohl kohlenstoffarmen Kulturen am meisten die Möglichkeit der Ansammlung von Ammoniak vorhanden war; drittens (III) mit 1% Ammonsulfat, einerseits zur Wachstumskontrolle der Versuche II, anderseits um sie auf Oxalsäure zu prüfen; und viertens (IV) mit 5% Sakcharose um stickstoffarme, jedoch kohlenstoffreiche Kulturen zu haben. Wird in diesen kohlenstoffreichen Kulturen Ammoniak aus den Aminosäuren

[1]) G. Kraus hat eben diese Gerbstoffbildung im Gegensatz zu der „primären" (bei der Lichtassimilation) sekundär genannt. Es ist also die (Oxalat)-Nomenklatur Schimpers der (Gerbstoff)-Nomenklatur Kraus entgegengesetzt!

nicht nur gebildet, sondern trotz der reichen C-quelle in der Nährlösung unverwertet gefunden, so soll dieser Befund (falls nur die entsprechende Oxysäure bei der Elektion der C-quelle die Sakcharose nicht deckt) als Beweis dienen, daß die Spaltung der Aminosäuren primär, vor der Assimilation verläuft.

Die qualitative Prüfung auf Oxalsäure wurde mit Essigsäure und mit Kalkazetat gemacht. Falls keine momentane Trübung und Fällung eintrat, wurde noch 1 Stunde gewartet. Ammoniak wurde mit Nessler nachgewiesen, in negativen Fällen habe ich die Reaktion von Trillal und Turchet (Comptes rend. de l'Acad. des Scienc. CXXXX, 1906 S. 374.), also einige Tropfen der KI-Lösung und einige Tropfen von Eau de Javelle angewandt, doch will ich gleich hier bemerken, daß in keiner mit Nessler negativ reagierenden Kulturflüssigkeit die Bildung des Jodstickstoffs gelang.

1. Glykokoll in 2% Lösung. Die Kultur IV mit Sakcharose wächst sehr üppig und fruktifiziert bald, wurde auch nach 10 Tagen analysiert, in den Kulturen I—III wächst Aspergillus sehr dürftig, fruktifiziert später und wenig, die Kulturen wurden deswegen erst nach 17 Tagen analysiert. In der Kultur I und II fand eine sehr starke Ammoniakreaktion, eine deutliche, jedoch schwächere in der Kultur IV statt, Oxalsäure bildete sich nur in der Kultur IV. Die Flüssigkeit der Kultur IV gibt mit $KIO_3$ eine starke Reduktion ohne Ansäuerung, mit Millon eine schwach rote, mit Eisenchlorid eine graue Reaktion. 10 ccm von dieser brauchen 23 ccm $\frac{n}{50}$ KOH zur Neutralisation (auf Kongo).

2. Glykokollchlorhydrat in 2% Lösung. In allen Lösungen wächst der Pilz und fruktifiziert, jedoch in der Lösung IV (mit Sakcharose) so üppig, daß die Kultur schon am zehnten Tage untersucht wurde, während dies bei den drei anderen schwach wachsenden erst am 17-ten Tage geschehen konnte. Sehr schwach wächst die Kultur in dem Kolben II.

| | Ammoniak | Oxalsäure | Azidität in ccm $\frac{n}{50}$ KOH für je 10 ccm Flüssigkeit |
|---|---|---|---|
| I. | +++ | 0 | 76 |
| II. | ? | 0 | 93 |
| III. | — | 0 | 77 |
| IV. | ++ | 0 | 94 |

3. Alanin in 2% Lösung. Alle vier Kulturen wachsen sehr üppig, bedeutend besser als in den Glykokollkolben. Alle wurden nach 6 Tagen analysiert.

| | Trockenernte | Azidität in ccm $\frac{n}{50}$ KOH für je 10 ccm Flüssigkeit | Ammoniak | Oxalsäure |
|---|---|---|---|---|
| I. | 0·03 gr | 0 | ++ | 0 |
| II. | 0·09 „ | 0 | +++ | ++ |
| III. | 0·09 „ | 0 | — | + |
| IV. | 0·58 „ | 28 | ++ | Spur. |

4. Leuzin (synthetisch) in 1% Lösung. Nur die Sakcharosekultur wächst gut, alle anderen, besonders aber die Nitratkultur wachsen sehr schlecht und bilden typisch verhungerte Kolonien. Die Sakcharosekultur wurde nach 10, drei andere erst nach 17 Tagen analysiert.

| | Ammoniak | Oxalsäure | Azidität gemessen wie oben |
|---|---|---|---|
| I. | ? | 0 | 0·2 |
| II. | ? | 0 | 0 |
| III. | — | 0 | 0 |
| IV. | + | 0 | 15·5. |

Die Flüssigkeit Nr. IV gibt mit Eisenchlorid eine rote Färbung, ebenso mit Millon. Die mit Millon reagierende Verbindung ist mit Äther extrahierbar.

5. 1%-ige Asparaginsäure. Alle Kulturen wachsen und fruktifizieren sehr gut, ähnlich wie die Alaninkulturen, am besten aber die Sakcharosekultur. Untersucht wurde nach 6 Tagen.

| | Ernte | Azidität gemessen wie früher | Ammoniak | Oxalsäure |
|---|---|---|---|---|
| I. | 0·285 | 16 ccm | +++ | 0 |
| II. | 0·149 | 7 „ | +++ | 0 |
| III. | 0·045 | 14 „ | — | ++ |
| IV. | 1·05 | 24 „ | 0 | Spur. |

6. Asparagin in 1% Lösung. Analyse nach 8 Tagen.

| | Azidität | Ammoniak | Oxalsäure |
|---|---|---|---|
| I. | 4 ccm | +++ | 0 |
| II. | 3 „ | +++ | ++ |
| III. | 3 „ | — | ++ |
| IV. | 29 „ | 0 | 0 |

7. Propionamid 1%. Die Kulturen ohne Sakcharose zeigen nur Spuren des Wachstums, die Sakcharosekultur wächst und fruktifiziert normal, jedoch nicht besonders üppig. Analyse der Kultur IV erfolgte nach 10, die I—III nach 28 Tagen.

| | Ammoniak | Oxalsäure |
|---|---|---|
| I. | +++ | 0 |
| II. | +++ | 0 |
| III. | — | 0 |
| IV. | ++ | +++: Azidität = 15 ccm. |

8. Butyramid 1%. Kulturen 1—3 weisen fast kein Wachstum auf. Die Sakcharosekultur wächst und fruktifiziert schwach. Alle wurden nach 28 Tagen untersucht. In allen ist Ammoniak vorhanden, in keiner Oxalsäure. In der Kultur IV wäre vielleicht das Fehlen der Oxalsäure durch deren Verschwinden zu erklären. doch ist die Kulturflüssigkeit vorher nicht untersucht worden.

9. Valeramid 1%. Aspergillus wächst nur in der Sakcharosekultur. In dieser ist nach 28 Tagen Ammoniak vorhanden, Oxalsäure dagegen fehlt.

10. Palmitinamid 1%. In der Sakcharosekultur sind nur Spuren des Wachstums (vielleicht auf fremde Stoffe zurückführbar), in anderen Kolben kein Wachstum zu finden. In keinem Kolben fand sich Ammoniak.

Keine Ammoniakabspaltung wurde in 1% Äthylaminsulfat + Rohrzucker, in 1% Guanidinchlorhydrat + Rohrzucker trotz des üppigen Wachstums ebenfalls keine, dagegen eine intensive in Karbamidkulturen gefunden. In der Kultur, welche Harnstoff + Rohrzucker enthielt, fand sich auch Oxalsäure. Endlich will ich noch die Resultate der Versuche mit 0·5% Succinimid nach 23-tägiger Kultur anführen.

| | Ammoniak | Oxalsäure |
|---|---|---|
| Succinimid allein | +++ | 0 |
| „ + 5% Sakcharose | Spur | +++ |

Auf Grund der vorliegenden Versuche dürfen wir annehmen, daß durch Aspergillus niger von denjenigen Aminosäuren, welche normale Abbauprodukte der enzymatischen Eiweißverdauung darstellen, Ammoniak abgespalten wird oder daß Eiweißstickstoff erst als Ammoniak assimiliert wird. Zwischen der Stickstoffassimilation der Aminosäuren und der Oxalsäurebildung ist bei Aspergillus ni-

ger kein Zusammenhang zu finden. Oxalsäure entsteht dabei eventuell erst sekundär durch Oxydation und kann weiterer Oxydation unterliegen. Daß die Oxalsäure einer Aspergilluskultur mit der Zeit sogar verschwinden kann, hat K. Wehmer bewiesen.

### V. Über Assimilation der aromatischen Aminosäuren.

Aus der reichen Fülle der aromatischen Stickstoffverbindungen haben mich begreiflicherweise nur die wenigen interessiert, welche zu den normalen Produkten der tryptischen Eiweißspaltung gehören, in jeder Pflanze gebildet und bei der Verarbeitung der eigenen Reserveproteide auch abgebaut werden. Zu diesen gehören Phenylalanin, Tyrosin (Oxyphenylalanin), Tryptophan und Prolin. Die beiden letzteren standen mir leider nicht zur Verfügung, so daß meine Ernährungsversuche sich nur auf die beiden ersten beschränkten. Bevor ich zu eigenen Resultaten komme, möchte ich über die bisherigen Erfahrungen auf diesem Gebiet kurz referieren. Es gehört ja der Abbau der aromatischen Verbindungen im Tierkörper zu den bestbearbeiteten Partien der Tierchemie.

Phenylalanin und Tyrosin, einem Tierorganismus von außen zugeführt, unterliegen verschiedenen Umsetzungen. Noch vor der Resorption können sie bei Darmfäulnis angegriffen werden, jedoch solche durch Bakterien verursachten Verwandlungen sollen weiter unten besprochen werden. Mehrfach wurde nach Einführung aromatischer Aminosäuren keine Vermehrung der Benzolderivate im Harn bemerkt, woraus auf deren totale Spaltung geschlossen wird. Embden, Salomon und Schmidt (Hofmeisters Beiträge, Bd. VIII, 1906. S. 129) haben in ihren Versuchen eine vermehrte Azetonbildung beobachtet, ob diese jedoch einer Spaltung des Ringes oder einen Umbau der aliphatischen Seitenkette seinen Ursprung verdankt, wurde nicht entschieden. Normal werden die aromatischen Aminosäuren im Tierkörper desamidiert, nachträglich oxydiert und verlassen als verschiedene, mehr oder weniger oxydierte Oxysäuren, manchmal mit Glykokoll, manchmal mit Schwefelsäure gepaart im Harn den Organismus. Von den erwähnten Oxysäuren finden wir als normale Produkte des Eiweißabbaues im Tierorganismus die Oxyphenylpropionsäure, Oxyphenylessigsäure und Oxybenzoesäure (alle wie in Phenylalanin und Tyrosin in der Position Para). Bei manchen Krankheiten tritt im Harne Oxy(p)phenylglykollsäure; nach starken Tyrosingaben isolierte Blendermann eine ungenügend

analysierte Säure von dem Bau der p.-Oxyphenylmilchsäure, die er Oxyhydroparakumarsäure nennt.

Es gibt bei dem Menschen eine sehr seltene, wahrscheinlich erbliche Harnanomalie, bei welcher der Harn beim Stehen (also bei der Alkalisation) tintenschwarz wird. Dieser s. g. Alkaptonharn tritt als Folge einer anderen Oxydation des desamidierten Tyrosins auf. Im Alkapton wurden bisher wenigstens zwei verschiedene Oxyphenylsäuren gefunden. Eine von ihnen, Homogentisinsäure (Dioxyphenylessigsäure 1 : 4 : 3) ist sehr genau bekannt, die andere Uroleuzinsäure, welche weniger bekannt ist, entspricht nach Huppert der Dioxyphenylmilchsäure, während früher auch die Trioxyphenylpropionsäureformel diskutiert wurde. Eine dritte Alkaptonsäure und zwar Uroxanthinsäure wurde bis heute nicht analysiert. Übrigens sind die letztgenannten von Kirk beschriebenen Säuren (Journ. of anat. and physiology. Vol. 23, 1889) von Beilstein nicht einmal erwähnt.

In der neueren tierchemischen Literatur wurde manchmal angenommen, daß die Homogentisinsäure zu den normalen Produkten des Abbaus des Tyrosins und Phenylalanins gehört, jedoch nur in anormalen Individuen ausgeschieden, normal dagegen unter Ringsprengung weiter oxydiert wird. Zwingende Beweise dafür finde ich nicht.

Auf eine andere Weise werden die aromatischen Eiweißbestandteile bei anaerober Atmung verarbeitet. M. Nencki, welcher mit den Reinkulturen der Rauschbrandbakzillen, dem Bacillus spinosus und B. liquefaciens magnus, bei Sauerstoffabschluß arbeitete, konstatierte die Bildung der Phenylpropionsäure, Oxyphenylpropionsäure und Skatolessigsäure, die unter Ammoniakabspaltung und Anlagerung des $H_2$ aus den entsprechenden Aminosäuren entstanden waren.

Über den Abbau des Tyrosins (resp. Phenylalanins) bei aeroben Pflanzen wissen wir sehr wenig. M. Gonnermann (Pflügers Archiv. Bd. 82, 1900, S. 289; kurzes Resüme in den Berichten d. deutsch. bot. Gesellsch. 1903, S. 90), hat die direkten Färbungen der Rübensäfte, (welche G. Bertrand, als durch die oxydierende Wirkung einer Tyrosinase benannten Oxydase erkannt hat) der Anwesenheit der Homogentisinsäure zugeschrieben, welche durch Oxydation des Tyrosins entstanden ist. Zu ähnlichen Resultaten ist R. Bertel (Berichte d. d. bot. Gesell. 1902, S. 454) gelangt. In den Keimlingen des Lupinus albus soll aus Tyrosin durch Einwirkung einer Tyrosinase

Homogentisinsäure entstehen, die normalerweise durch „Spitzenoxydase“ weiter oxydiert und zerstört wird. Besonders intensiv ist die Tyrosinasewirkung in chloroformierten Wurzeln. In weiterer Folge wollte F. Czapek (Berichte d. d. bot. Gesell. 1903, S. 464). nachweisen, daß in tropisch gereizten Organen die Homogentisinsäure vermehrt und infolge der Bildung der Antifermente (Antioxydasen) von der Spitzenoxydase nicht zerstört wird (Berichte der deutsch. bot. Gesellsch. 1903, XXI, S. 229 und 243). Endlich haben E. Schultze und N. Castoro, schon nachdem die vorliegenden Untersuchungen abgeschlossen waren, nachgewiesen, daß bei Lupinus albus in den von R. Bertel untersuchten Keimungsstadien und unter dessen Versuchsanstellung sich keine Spur Homogentisinsäure fand (Zeitschrift für physiologische Chemie 1906, Bd. 48, Heft 5, S. 387 und 396—411, sowie Landwirtschaftliche Jahrbücher 1906, Bd. 35, S. 639). Zu der Überzeugung, daß weder die Dunkelfärbung der Rübensäfte, wie es Gonnermann meinte, noch die Reduktionserscheinungen der wachsenden Pflanzenteile in den Versuchen R. Bertels durch Anwesenheit der Homogentisinsäure verursacht sind, gelangen wir schon auf Grund der Lektüre der betreffenden Abhandlungen. Die Dunkelfärbung der sauer reagierenden Pflanzensäfte kann doch nicht durch Vorhandensein einer Säure verursacht werden, welche wohl nur in alkalischen, nicht aber auch in sauren Lösungen anfangs eine braune, dann eine braunschwarze Färbung liefert, während die betreffenden, sich verfärbenden Pflanzensäfte zunächst eine rötliche, dann schwarzviolette Färbung liefern. Wie F. Czapek die Silberbestimmung seiner Homogentisinsäure macht, finde ich nicht genau angegeben, R. Bertel versetzt die Flüssigkeit zuerst mit Ammoniak, „hierauf läßt man einige Kubikcentimeter der $^1/_{10}$ Normalsilberlösung zufließen und kocht die Probe auf. Nach dem Erkalten ist die Reduktion beendet“. Eine nicht äußerst verdünnte Homogentisinsäure reduziert dagegen die ammoniakalische Silberlösung in der Kälte so schnell, daß man keine Zeit haben wird, vor der Reduktion dieselbe aufzukochen. Nach dem Aufkochen wird dagegen eine ammoniakalische Silberlösung nicht nur durch die Gerbstoffe, sondern auch durch die Hexosen (Dextrose, Lävulose, Mannose), ja sogar durch die Polysakcharide (Maltose) reduziert, und so müssen die weiteren Forschungen entscheiden, welche von diesen oder anderen Körpern die so interessanten Reduktionen F. Czapeks verursachen.

Über die Tyrosinasewirkung will ich in der vorliegenden Abhandlung nicht ausführlicher berichten. Ihre Lokalisation habe ich schon vor längerer Zeit erforscht, über die Frage nach ihrer Wirkung dagegen bisher mit wenig Glück gearbeitet. Während die gewöhnliche Phanerogamenoxydase (Lakkase) von Tyrosinase frei ist, konnte ich noch keine Tyrosinase ohne Lakkasewirkung darstellen. Trotz gegenteiliger literarischer Angaben wurde auch keine Tyrosinase bei sehr vielen untersuchten Schimmelpilzen gefunden. Tyrosinase oxydiert Tyrosin sehr schnell, bildet dabei zunächst Betarot, später schwarze unlösliche Melanine. Alkali verhindert die Wirkung der Tyrosinase, und so ist die Melaninbildung durch Tyrosinase sehr leicht von Homogentisinsäure zu unterscheiden. Über den Mechanismus der Tyrosinasewirkung, ob dabei das Tyrosin desamidiert wird oder gar nicht, müssen erst weitere Forschungen mit reinen Lösungen Aufschluß geben. Die ausführlichste Abhandlung über Tyrosinasewirkung (— der Name war damals noch nicht geschaffen —) ist die alte Abhandlung von J. Reinke (Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. VI, 1882), die leider in enzymatischen Handbüchern nicht einmal erwähnt wird.

1. Tyrosinkulturen. Wird in einer Nährlösung, welcher Zucker zur Kräftigung des Wachstums zugesetzt worden ist, und welche Tyrosin als alleinige Stickstoffquelle bekommt, Aspergillus niger ausgesät, so wächst der Pilz üppig und fruktifiziert gut, während die anfangs ungelösten Tyrosinbüschel verschwinden. Es resultiert endlich unter der Decke des Pilzes eine saure, farblose (oder sehr schwach gelbliche) Flüssigkeit, welche die Eigenschaften des Alkaptonharnes in hohem Grade besitzt.

Die Flüssigkeit wird nach der Alkalisation gebräunt und schwärzt sich nachher von der Oberfläche nach unten immer mehr. Ammoniakalische Silberlösung wird in der Kälte momentan reduziert, Eisenchlorid verursacht eine rasch vorübergehende Grünfärbung, Reagens von Millon eine Rotfärbung in der Kälte (rasch nach Erwärmen). Die Reaktionen stimmen mit denen der Homogentisinsäure und Uroleuzinsäure gut überein, werden jedoch auch durch mehrere andere Oxy- und Polyoxyphenylsäuren geliefert. Um unseren Tyrosinderivat sicher bestimmen zu können, soll außer der gewöhnlichen Analyse die Seitenkette, ebenso die Zahl und auch die Lage der Hydroxyle bestimmt werden. Es sind Arbeiten, welche in ein chemisches

Laboratorium gehören; ich mußte mich mit einigen einfachen Versuchen begnügen.

Aus der (mit $H_2 SO_4$) angesäuerten (dagegen nicht auch der alkalisch gemachten) Flüssigkeit läßt sich die reduzierende Substanz durch Ausschütteln mit Äther ausziehen. Äther nimmt jedoch eine so geringe Menge von diesem Körper auf, daß erst nach vielfach wiederholtem Ausschütteln sich die Reduktionskraft der wäßrigen Flüssigkeit beseitigen ließ. Nach Abdestillieren des Äthers aus dem sehr spärlichen gelblichen sirupösen Rückstand krystallisieren gleich ohne weiteres flache und dünne bis über 5 mm flache Täfelchen, die sternförmig angeordnet sind und die obenerwähnten Reaktionen liefern. Da ich mit der Homogentisinsäure zu tun zu haben glaubte, so versuchte ich sie auf bekannte Weise mit 6% krystallinischem Bleiazetat in Form von Bleisalz darzustellen und zu reinigen, jedoch ohne Erfolg. Als die kochende Flüssigkeit abfiltriert wurde, zeigte der Niederschlag derselben nach Entfernen des Bleis keine Reduktionswirkungen. Als nun das Filtrat nach 24 Stunden abermals abfiltriert wurde, zeigte der Niederschlag nach Entfernen des Bleis gleichfalls keine Reduktionswirkungen, dagegen war die Säure in der Flüssigkeit vorhanden und konnte nach Entfernen des Bleis (mit $H_2 S$) mit Äther extrahiert und in kristallinischer Form erhalten werden.

Die so erhaltenen Kristalle lösen sich leicht in kaltem Wasser. Alkohol und Äther und ihre wäßrige Lösung zeigt folgende Reaktionen: Ammoniakalische Silberlösung reduziert in der Kälte momentan, die Fehlingsche Lösung und die alkalische Wismutlösung werden nach dem Erwärmen, die Jodsäure momentan reduziert. Mit dem Reagens von Millon tritt in der Kälte sehr langsam, nach dem Erwärmen sofort eine intensiv rote Reaktion der Flüssigkeit ein, die jedoch nur rot, nicht rotschwarz wird; mit Eisenchlorid erhält man eine enorm rasch vorübergehende blaugrüne Färbung. Bei Erwärmung mit Bleisuperoxyd ist kein Geruch des Benzaldehyds bemerkbar, bei vorsichtiger trockener Destillation in einer breiten Reagensröhre (ebenso Kalischmelze) bleibt die blaue Hydrochinonreaktion aus. Mit der salpetrigen Säure behandelt, nimmt sie nach der Neutralisation intensiv rote Färbungen an.

Auf Grund der erwähnten Reaktionen konnte zwar unsere Säure nicht identifiziert werden, jedoch waren mehrere Phenylsäuren ausgeschlossen. Die Phenylessig- und Phenylpropionsäure wirken we-

der reduzierend, noch krystallisieren sie so leicht, sind ja bei niedrigen Temperaturen schmelzbar. Die Oxyphenylessigsäure und Oxyphenylpropionsäure haben keine so starke Reduktionskraft. Die Protokatechusäure (eine der Dioxybenzoesäuren) ist in kaltem Wasser schwer löslich und gibt mit Eisenchlorid die intensive blaugrüne (beständige) Färbung, welche nach Sodazusatz dunkelrot wird. Die übrigen Dioxybenzoesäuren sind in ihren Reaktionen von unserer Säure mehr verschieden. Was die Dioxyphenylfettsäuren anbelangt, so scheint unsere Säure von der Homogentisinsäure in der Bleisalzbildung und infolge der mangelnden Hydrochinonreaktion verschieden zu sein. Von den Para-Oxy- und Para-Dioxyphenyloxysäuren sind die Reaktionen der Para-Dioxyphenylmilchsäure (Uroleuzinsäure) mit unserer Säure fast identisch, die Paraoxyphemilchsäure, welche aus Tyrosin unter Desamidierung und Anlagerung eines Moleküls Wasser entstehen sollte, ist zwar dargestellt, jedoch in ihren Reaktionen leider nicht näher beschrieben worden. Die Oxyhydroparakumarsäure, welche Blendermann (Zeitschrift für phys. Chemie VI, 257) durch Tyrosinfütterung bei Kaninchen erhalten hat, verursacht mit Bromwasser eine Trübung (dasselbe bewirkt auch unsere Säure) und ist (Schmelzpunkt) von der Erlenmeyer'schen Oxyphenylmilchsäure trotz der sonst identisch erdachten Formel verschieden. Aus den positiven und den negativen Ergebnissen der erwähnten rein qualitativen Analyse ist der Schluß wahrscheinlich, daß unsere Säure an der Seitenkette eine Milchsäure trägt, die mit einem einfach (oder mehrfach) hydroxylierten Benzolring verbunden ist.

Der Aufmerksamkeit der Chemiker möchte ich dieses Tyrosinderivat aus folgenden Gründen empfehlen. Warscheinlich wird das Tyrosin auf ähnliche Weise nicht nur durch Aspergillus niger, sondern auch durch manche andere aerobe Pflanzen desamidiert. Dem Aspergillus wurde Tyrosin außerhalb der Zelle als Stickstoffnahrung dargeboten und stickstofflose Oxysäure blieb auch außerhalb der Zellen in der Nährlösung. Bei dem Überschuß der Kohlenstoffnahrung wird diese nicht weiter verarbeitet. Bei Pflanzen, welche auf Kosten eigener Reserveproteide wachsen, wird die bei der Desamidierung des Tyrosins entstehende entsprechende Säure in den Vakuolen bleiben, bei dem Kohlenstoffüberschuß sich wahrscheinlich ansammeln, oder unter weiterer Oxydation in die Exkretzellen und Schläuche versandt. Aromatische, stark reduzierende,

mit Eisenschlorid blau und grün reagierende, mit Millon sich rötende Körper entstehen auch immer in den wachsenden Pflanzenteilen und werden in der Pflanzenanatomie unter dem nicht korrekten Namen „Gerbstoffkörper", nach Gr. Kraus als „sekundäre Gerbstoffkörper" zusammengefaßt. Schon oben habe ich hervorgehoben, daß auf homologe Weise entstandene Oxalsäure von Schimper als „primär" bezeichnet wurde, und deswegen wäre es besser eben solche Gerbstoffkörper auch als „primär" zu bezeichnen. Unsere Säure stellt die Zwischenstufe zwischen dem Tyrosin und einem Teil dieser Gerbstoffkörper dar. Als Vorstufe der Gerbstoffbildung verdient sie Aufmerksamkeit und genauere chemische Bestimmung.

Von den Kulturversuchen mit Tyrosin will ich einige näher beschreiben. Am 22. VII wurden folgende vier Versuchsreihen angestellt, jede in drei Kolben. 1) 50 ccm gewöhnliche Nährlösung mit 2% Tyrosin; 2) der Lösung 1 wurde 2% Ammonsulfat zugesetzt; 3) wie 1) jedoch mit Zusatz von 4% Glukose; 4) wie 1) jedoch mit 2% Ammonsulfat und 4% Glukose. Bei der Analyse nach sechs Tagen wurde notiert: In den Kolben 4 wächst Aspergillus sehr üppig, in den Kolben 3 bedeutend schwächer, jedoch bildet er eine starke, fruktifizierende Decke; in 1 und 2 haben die Sporen gekeimt, jedoch ist das Wachstum fast kaum merklich. Von jedem Kolben wurden jetzt einige ccm Flüssigkeit in Reagenzgläsern mit NaOH alkalisiert. Nr. 3 bräunt sich gleich und wird bald an der Oberfläche schwarz, Nr. 1 und 2 zeigt keine Nachdunkelung, Nr. 4 eine äußerst schwach gelbe Reaktion. Die Trockenernten in 1 und 2 wurden nicht gewogen, in 3 a betrugen sie 0·085 gr in 4 a = 1·190 gr. Zu je 10 ccm Flüssigkeit wurde 15 ccm von $^1/_{10}$ Normalsilberlösug und 3 ccm Ammoniak zugesetzt und nach etwa 5 Minuten wurde das Silber abfiltriert, gewaschen, getrocknet und gewogen. In 1 und 2 gab es keine Silberreduktion, in

Kultur 3 a = 0·027; 3 b = 0·023 gr; 3 c = 0·034 gr Ar.
Kultur 4 a = 0·007; 4 b = 0·016 gr; 4 c = 0·015 gr Ar.

Aus dieser Versuchsreihe ist ersichtlich, daß Tyrosin eine bedeutend schlechtere Stickstoffquelle als Ammoniak ist, daß sie auch eine Kohlenstoffquelle ist, wenn auch eine sehr schlechte, zeigen die eine längere Zeit dauernden Versuche. In vier Kolben mit je 200 ccm Flüssigkeit wurde 1) 0·2% Tyrosin; 2) 0·2 Tyrosin + $NaNO_3$; 3) 0·2 Tyrosin + 1% $SO_4(NH_4)_2$; 4) 0·2 Tyrosin + 5%

Sakcharose zugesetzt. Die Kulturen dauerten 32 Tage. Nach Beendigung der Versuche waren in dem Kolben 1, 2 und 3 noch reichliche ungelöste Tyrosinnadeln vorhanden, in der Kultur 4 waren diese seit 2 Wochen ganz verschwunden. Aspergillus wächst und fruktifiziert in allen Kolben, jedoch in Nr. 1, 2 und 3 sehr dürftig, in Nr. 4 sehr stark. Da jedoch in der Kultur 1—3 mit Tyrosin, als einziger C-quelle, Aspergillus deutlich und normal, wenn auch dürftig, wächst und Sporen bildet, so kann dieses Wachstum nur auf Kosten der stickstofflosen Komponente des Tyrosins erfolgen, welche assimiliert wird und als Atmungsquelle dient. In der Nährlösung 1—3 ist die Reaktion neutral (in 2 sogar ein wenig alkalisch), im Kolben 4 dagegen sauer. 10 ccm der Flüssigkeit brauchen zur Neutralisation (auf Kongo) 43 ccm $^1/_{50}$ Normal Kalilauge. Vom Tyrosin wurde Ammoniak (was schon Butkewitsch beobachtet hat) abgespalten, mit Nessler erhält man in dem Kolben 1 und 2 eine sehr intensive Fällung, während in dem Kolben 4 nur eine Spur der Reaktion vorhanden ist und dabei Nesslers Reagens gleich nachher reduziert wird. Oxalsäure ist in der Kultur 4 sehr reichlich vorhanden, sonst aber in keiner anderen. Mit NOH wird nur die Kultur 4 gebräunt. Mit ammoniakalischer Silberlösung gibt die Kultur 4 eine momentane Reduktion, die Kultur 2 eine sehr schwache Reduktion nach 10 Minuten, die Kultur 1 und 3 keine Reduktion auch nach dem Kochen. Mit Eisenchlorid gibt Nr. 4 eine vorübergehende, grüne Färbung, die mit $NaCO_3$ ins Grauviolette übergeht. Eine ähnliche Reaktion bekomme ich in der Kultur 2, in der Kultur 1 und 3 dagegen keine.

Von der reinen Lösung der Nymphaea-Oxydase wird unsere Tyrosinsäure nicht angegriffen, sogar nach Zusatz von $H_2O_2$, ebenso wenig von der Tyrosinase. Junge Kartoffelknollen und Rübenwurzeln, welche an Tyrosinase reich sind, verdunkeln nach Befeuchten mit Tyrosinsäure nicht mehr als sonst.

Da nun bewiesen wurde, daß bei dem Kohlenstoffhunger das Tyrosin durch Aspergillus niger anders als bei Anwesenheit der Sakcharose verwertet wird, so wollte ich wissen, ob durch Wechsel der Kohlenstoffquelle der uns interessierende Abbau des Tyrosins verändert wird oder nicht. Darüber wurde nur eine Versuchsreihe angestellt, nämlich mit der hydroaromatischen Verbindung der Chinasäure, von welcher wir seit Naegeli wissen, daß sie eine sehr gute, von allen aromatischen vielleicht die beste Kohlenstoffquelle

ist. O. Loew hat gezeigt, daß die Chinasäure durch manche Bakterien zu Protokatechusäure oxydiert, Emmerling und Abderhalden haben eine dieser aeroben Bakterien (Micrococus chinicus) isoliert und näher untersucht (Zentrallblatt für Bakteriologie 1903, X, 337). Die Säure wurde in meinen Versuchen nicht neutralisiert. Die Kulturdauer betrug 12 Tage. Es waren 3 Kolben mit je 100 ccm Flüssigkeit beschickt; Nr. 1 enthielt 2% Chinasäure, 1% $NaNO_3$; Nr. 2. 2% Chinasäure, 1% $(NH_4)_2SO_4$; Nr. 3. 2% Chinasäure, 0·2% Tyrosin.

In allen drei Kolben wächst Aspergillus sehr gut, anscheinend gleich und fruktifiziert üppig. Die Untersuchung der Flüssigkeiten zeigte einige Verschiedenheiten der Ernährungsweise. Auffälig ist zunächst die verschiedene Azidität. 10 ccm der Flüssigkeit brauchten zur Neutralisation in Nr. 1 — 1·3 ccm, in Nr. 2 — 11 ccm, in Nr. 3 — 38 ccm $\frac{N}{50}$ KOH. Oxalsäure wurde in Nr. 1 sehr reichlich gebildet, in Nr. 2 und 3 gar nicht. Mit Millons Reagens verhielt sich Nr. 1 negativ, in Nr. 2 setzte sich ein gelblich-brauner Niederschlag nach Erwärmen ab, Nr. 3 färbte sich nach Erwärmen dunkel kirschrot. Mit Eisenchlorid nahm Nr. 1 und Nr. 2 eine grauviolette, Nr. 3 eine beständige grünlichblaue Färbung an, welche mit NaOH intensiv rot wurde. Die angesäuerten Flüssigkeiten Nr. 1 und 2 wurden abdestilliert. Das Destillat von Nr. 1 reduzierte nach der Neutralisation keine ammoniakalische Silberlösung (keine Ameisensäure), wurde aber mit Eisenchlorid rot gefärbt (Essigsäure). Im Destillat von Nr. 2 fand nur eine schwache Reduktion der Silberlösung statt und diese färbte sich mit Eisenchlorid rot. Die ammoniakalische Silberlösung wurde durch die Flüssigkeit Nr. 1 und 2 nicht, durch die Flüssigkeit 3 in der Kälte sehr schnell reduziert. Diese Reaktionen beweisen, daß in den Kulturen 1 und 2 die Chinasäure zu Ameisen- und Essigsäure, nicht dagegen zu Protokatechusäure oxydiert wurde. Die Flüssigkeit Nr. 3 wurde mit $H_2SO_4$ angesäuert und mit Äther extrahiert. Nach Abdestilieren des Äthers erhielt ich einige ölige Tropfen, jedoch keine Kristalle. Dieser Rückstand gab, in ein wenig Wasser gelöst, folgende Reaktionen: Millon nach Erwärmen fast schwarzrot; Eisenchlorid nimmt eine fast schwarzblaue, dauernde Färbung an, welche nach Zusatz von NaOH rotbraun wird; ammoniakalische Silberlösung wird momentan, Fehlingsche Lösung nach einigen Minuten in der

Kälte reduziert; Jodsäure wird gleichfalls reduziert, Ammoniumvanadat wird sofort intensiv grün, durch Bromwasser getrübt.

Alle Reaktionen stimmen mit Ausnahme der Bromwasserreaktion mit den Reaktionen der Protokatechusäure überein.

Ob andere Pflanzen auf dieselbe Weise Tyrosin abbauen wie Aspergillus niger oder nicht, sollte zunächst mit Hilfe der entsprechenden Agar-agarkulturen entschieden werden. Einer Agargallerte mit 5% Sakcharose wurde 0·1% Tyrosin zugesetzt, diese Agaremulsion in Petri-Schalen gegossen, mit verschiedenen Pilzen geimpft und dann kleine Stücke der Agargallerte nach einigen Tagen geprüft. In den Kulturen des Penicillium glaucum und der Alternaria tenuis war eine die ammoniakalische Silberlösung reduzierende Substanz vorhanden, fehlte dagegen in den Kulturen des Thamnidium elegans, der Saprolegnia sp. und des Basidiobolus ranarum. Mit dem Reagens von Millon färbte sich die Gallerte der Kulturen des Thamnidium und der Saprolegnia in der Kälte intensiv rot, dagegen nicht diejenige des Basidiobulus ranarum. Das Plasma der Zellen des Basidiobolus wurde dabei natürlich intensiv rot gefärbt. Auf diese Weise wurden zwischen verschiedenen Pilzarten Differenzen im Abbau des Tyrosins bei aerober Lebensweise und gleicher Kohlenstoffquelle festgestellt. Etwas näher wurde die bekannte Kahmhauthefe Willia anomala untersucht.

Willia (Saccharomyces) anomala Hansen wurde in normaler Nährlösung, mit 5% Sakcharose als Kohlenstoffquelle, mit 0·2% des Tyrosins als Stickstoffquelle ausgesät, und die Temperatur zwischen 28—32° C gehalten. Als nach 10 Tagen das Tyrosin makroskopisch verschwunden war und sich mit der Reaktion Deniges in der Kultur nicht mehr nachweisen ließ, wurde die Kulturflüssigkeit abfiltriert. Der Pilz hat eine üppige Ernte gebildet. Die Kulturflüssigkeit verbrauchte 5 ccm von $\frac{n}{50}$ KOH-Lösung, Oxalsäure hatte sich nicht gebildet, Kaliumjodat (auch nach den Ansäuern), Methylenblau und ammoniakalische Silberlösung wurden nicht reduiert. Die Millonsche Reaktion färbte die Flüssigkeit in der Kälte momentan kirschrot, nach dem Erwärmen fast schwarzrot.

Die mit $H_2SO_4$ angesäuerte Kulturflüssigkeit wurde mit Äther extrahiert, der Äther dann abgedampft, der sehr spärliche, gelbliche sirupöse Rückstand, welcher nicht krystallisieren wollte, mit ein wenig Wasser versetzt und gab folgende Reaktionen:

1) mit Millon's Reagens in der Kälte momentan sehr intensiv kirschrot,

2) mit Eisenchlorid schmutzig graugrün,

3) mit Nessler's Reagens gelber Niederschlag ohne Reduktion des Quecksilbers,

4) mit ammoniakalischer Silberlösung keine Reduktion,

5) mit ammoniakalischer Kupferlösung graugrün.

Den Reaktionen nach zu urteilen, bildete sich aus Tyrosin Paraoxyphenylpropionsäure, welche Nencki (Opera omnia II, 109) als Produkt der Eiweißverdauung des Bacillus liquefaciens magnus, B. spinosus und der Rauschbrandbazillen, lauter Anaeroben, gefunden hat und die schon früher als Abbauprodukte des Tyrosins bei Fäulnis wie auch im Körper des Menschen von Baumann (Hoppe-Seyler's Zeitschrift IV. 304), Blendermann (Ebenda VI, 245) und andere konstatiert wurden.

2. Phenylalanin habe ich als Stickstoffquelle des Aspergillus benutzt, um zu erfahren, ob diese normal bei dem Abbau der Proteide entstehende, dem Tyrosin so nahe stehende aromatische Aminosäure, dieselben Abbauprodukte wie das Tyrosin liefert, oder andere. Es unterscheidet sich Phenylalanin (Phenylpropionsäure) nur durch den Mangel des Hydroxyls am Benzolring von dem Tyrosin. Es wurden 4 Kulturen gemacht: 1. mit 0·2% Phenylalanin; 2. mit 0·2% Phenylalanin + 1% $NaNO_3$; 3. mit 0·2% Phenylalanin + 1% $(NH_4)_2SO_4$; 4. mit 0·2% Phenylalanin + 5% Sakcharose. Aspergillus niger wächst in allen und fruktifiziert, jedoch üppig nur in der Kultur 4. Diese Kultur wurde nach 10, die anderen nach 30 Tagen untersucht. In 1, 2 und 4 wurde Ammoniak abgespalten, jedoch in 4 nur schwach mit Nessler reagierend. Oxalsäure wurde nur in der Kultur 4 an der schwachen Trübung der Flüssigkeit erkannt. Mit amm. Silberlösung werden alle Lösungen zunächst gelblich, dann (nach etwa 10 Minuten) braungelb gefärbt, ungefähr nach einer halben Stunde tritt eine schwache Silberreduktion ein. Mit Eisenchlorid nehmen alle Lösungen eine grüne, mit jeder Sekunde intensiver werdende, dauerhafte Färbung an, welche nach Zusatz von Natriumkarbonat ins Braun übergeht, nach dem Ansäuern dagegen wiederkehrt.

Die angesäuerte Flüssigkeit der Kultur 4 wurde mit Äther ausgeschüttelt, die ätherische Lösung abdestilliert. Nun bildeten sich in dem spärlichen sirupösen Rückstand sofort kleine und kurze,

lose liegende prismatische Kristalle der gesuchten Säure. Diese wurden in ein wenig Wasser gelöst und qualitativ geprüft. Die Fehlingsche Lösung wurde in der Wärme gleich, in der Kälte nach einiger Zeit reduziert, die ammoniakalische Silberlösung wurde gebräunt und bald in der Kälte reduziert. Mit Eisenchlorid färbte sich die Lösung ganz beständig dunkelblaugrün. Natronlauge verursachte eine wenig distinkte Nachdunkelung, Bromwasser eine starke Trübung.

Die beschriebenen qualitativen Reaktionen haben zu einer genauen Bestimmung der Säure nicht geführt, doch konnten auf Grund dieser Versuche einerseits mehrere von den chemisch bekannten Säuren aus dem Kreise der Betrachtung ausgeschlossen, andererseits deren Differenz von derjenigen, welche unter den gleichen Bedingungen aus Tyrosin entsteht, festgestellt werden. Unter Anlagerung von $H_2O$ sollte Phenylalanin beim Desamidieren Phenylmilchsäure liefern, die starken Reduktionen scheinen jedoch auf eine weitere Oxydation, nämlich auf Hydroxylierung des Benzolringes hinzudeuten. Mit Homogentisinsäure ist auch diese Säure nicht identisch.

Dem Plane der Arbeit folgend, sollten ähnliche Abbauversuche mit Tryptophan und Prolin gemacht werden; Mangel an diesen Präparaten macht mir jedoch die Fortführung der Arbeit unmöglich. Daß Prolin als Stickstoffquelle dienen kann, zeigte Emmerling über Tryptophanverwertung durch die Pflanzen fehlen noch Experimente. Jedoch zeigte Czapek, daß Isatin sich als Stickstoffquelle eignet. Bei Desamidierung des Isatins durch Aspergillus niger wird eine Verbindung gebildet, welche die ammoniakalische Silberlösung ebenso intensiv in der Kälte reduziert wie die oben beschriebene Tyrosinsäure.

## Zusammenfassung.

1. Nitrite werden durch verschiedene Pilze in neutraler Nährlösung assimiliert, wirken dagegen tötend auf Pilze, welche in saurer Lösung leben. Ebenso wirken natürlich Nitrate auf stark reduzierende, in saurer Nährlösung lebende Pilze.

2. Mit Nitraten oder Ammonsalzen ernährte Pilze werden durch Zusatz verschiedener Oxydations- und Reduktionsmittel verschieden beeinflußt. Die hemmende Wirkung liegt in manchen Fällen in extrazellularen chemischen Umsetzungen (z. B. auf der Bildung der

Nitrite aus Nitraten), in anderen Fällen dagegen in verschiedener Beeinflussung der intrazellularen Assimilation (z. B. die Wirkung der Chlorate auf die Nitratassimilation).

3. Weder Hydroxylamin-, noch Hydrazinsalze sind allgemein als Plasmagifte zu bezeichnen, sie werden sogar durch mehrere Pilze assimiliert.

4. Der Assimilation des Stickstoffes der Aminosäuren geht deren Desamidierung voran. Die Eiweißstoffe werden also vor der Assimilation bis zu Ammoniak abgebaut.

5. Bei der Desamidierung der aliphatischen oder der aromatischen Aminosäuren werden entsprechende aliphatische und aromatische stickstofflose Verbindungen gebildet, welche weiteren Oxydationen unterliegen können. Der primären Bildung der Oxalate ist also die Bildung der primären „Gerbstoffkörper“ homolog.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Józefa Rostafińskiego.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

21 Listopada 1906.

# PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina. ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI e. XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wisłocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

---

**Świętek J.**, »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

---

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. (1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*, 8-vo, 1889. — 4 k.

N° 9. NOVEMBRE. 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

## CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

## MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.




CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1906.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

## EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Joseph Rostafiński,
Sécretaire de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHEMATIQUES ET NATURELLES.

**N° 9. Novembre 1906.**



## Séance du lundi 5 Novembre 1906.

Présidence de M. K. OLSZEWSKI.

47. Mme CAROLINE REIS. **Dalsze przyczynki do badań nad gruczołem gazotwórczym ryb kostnoskieletowych.** ***(Weitere Beiträge zur Kenntnis der Gasdrüse bei den Knochenfischen).*** *(Contribution à l'étude de la glande gazogène chez les téléostéens. — Suite).* Mémoire présenté par M. J. Nusbaum m. c. le 15 Octobre 1906.

Seit dem Erscheinen unserer letzten Arbeit [1]) über den histologischen Bau der Gasdrüse bei den Ophididen und Perciden haben wir die betreffenden Verhältnisse bei verschiedenen Knochenfischen einem umfassenden vergleichend-anatomischen Studium unterzogen und sind zu einigen interessanten Ergebnissen gelangt, die wir in einer ausführlichen Arbeit, welche demnächst erscheinen soll, veröffentlichen werden. Hier seien nur einige Punkte erörtert. Die Gasdrüse nimmt eine sehr verschiedene Partie der Schwimmblasenwand ein; während sie bei Makropodus an der ganzen inneren Oberfläche der Schwimmblase entwickelt ist, verbreitet sie sich bei

[1]) K. Reis u. Prof. J. Nusbaum. Weitere Studien zur Kenntnis des Baues und der Funktion der Gasdrüse und des Ovals in der Schwimmblase der Knochenfische (Ophididae, Percidae); Anat. Anz. Bd. 28, 1906.

Syngnathus und Girardinus nur im vorderen Ende der Schwimmblase, und bei anderen Fischgattungen wie Trigla und Sargus nimmt sie einen beschränkten, verhältnismäßig kleinen Teil der Bauchseite der Schwimmblasenwand ein. Makroskopisch betrachtet, wechselt die Form der Gasdrüse von einer Fischgattung zur anderen. Indessen läßt sich trotz der Mannigfaltigkeit der Gestaltungen ein allen Gasdrüsen zugrundeliegender, gemeinsamer Typus — die Hufeisenform nachweisen. Die verschiedenen Formen der Gasdrüse sind, wie wir vermuten, durch Zerfall der Arme des Hufeisens in zwei oder mehrere Teile, durch Faltungen und Verzweigungen des Epithelkörpers entstanden. In allen diesen Fällen tritt die allen Drüsen eigene Tendenz zutage, bei dem kleinsten Raume die größtmögliche Oberfläche zu bieten.

Die typische Hufeisenform der Gasdrüse finden wir bei den Ophididen, andere Fischgattungen weisen eine größere oder geringere Abweichung von derselben auf. So z. B. stellt der Epithelkörper bei Corvina nigra ein hufeisenförmiges Schildchen dar, dessen verlängerte Arme nach innen eingebogen sind; zwischen den Armen des Schildchens sehen wir ein Gefäßbündel aus der Wand der Schwimmblase austreten, welches radiäre Gefäßbündel in die Drüse entsendet.

Eine andere Abweichung von der primären hufeisenförmigen Gestalt der Drüse finden wir bei Dentex vulg. Die Arme des Hufeisens verlängern sich ansehnlich und bilden eine bandartige Schleife, indem sie sich in der Mitte des Drüsenfeldes treffen. Wenn wir die Gasdrüse von Dentex an der Stelle durchschneiden, wo sich die beiden Arme aneinander schmiegen, erhalten wir ein Bild, das der aus drei halbmondförmigen Teilen bestehenden Gasdrüse von Trigla entspricht.

Bei manchen Fischen bleibt die Hufeisenform des Schildchens erhalten, während seine Oberfläche in zahlreiche Läppchen zerfällt. So besteht z. B. bei Pagellus, Sargus und bei anderen Gattungen noch die Drüse aus zwei Teilen, die aus unzähligen aneinander sich schmiegenden Läppchen zusammengesetzt sind (Umbrina, Chrysophrys) oder sich baumartig (Perca), resp. blattartig (Crenilabrus) verzweigen.

Die Hauptbestandteile der Gasdrüse bilden Kapillargefäße — „organo vascolare“ (Emery) und eine Epithelschicht — „drüsige Säume“ (Müller), „corpo epitheliale“ (Coggi). Die Gefäße stammen von

der Arteria coeliaca, welche beim Durchdringen der Schwimmblasenwand sich in mehrere Zweige teilt, die sich weiter in Bündel zarter, paralleler Ästchen verzweigen und Wundernetze bilden. Aus diesen treten Bündel von Kapillaren in radiärer Richtung in das drüsige Schildchen ein. Ganz ähnlich verlaufen die venösen Gefäße, jedoch in entgegengesetzter Richtung, und verlassen die Schwimmblase an derselben Stelle, wo die Arterie eintritt, um in die Pfortader zu münden. Beide Gefäßarten bilden ein kontinuierliches spongiöses Blutgefäßgewebe, wie Bykowski und Nusbaum[1]) bei Fierasfer nachgewiesen haben, das aus intermittierenden arteriellen und venösen Gefäßen besteht.

Der Epithelkörper besteht aus einem ein- oder mehrschichtigen Epithel. Im ersten Falle setzt sich das Epithel aus zylindrischen Zellen zusammen, die zahlreiche, nach dem Innern der Blase gerichtete einfache Ausstülpungen bilden. Dies wäre der einfachste Bautypus des einschichtigen Epithelkörpers, wie wir ihn bei Blennius finden. Weit komplizierter erscheint der Epithelkörper bei Gobius und Trigla, wo die tubulösen Ausstülpungen sich nach verschiedenen Richtungen verzweigen und mit ihren blinden Enden zusammenwachsen, so daß an Querschnitten durch die Drüse viele, von zylindrischem oder kubischem Epithel begrenzte Lumina hervortreten. Andere Lumina, die zwischen den erwähnten erscheinen, stellen extraglanduläre Gänge dar, die meistens von Blutgefäßen und spärlichem Bindegewebe ausgefüllt sind. Einen deutlichen Übergang zu dem kompakten Epithelkörper mancher Fische stellt die Gasdrüse von Syngnathus und Girardinus dar. Die tubulösen Ausstülpungen sind an der Basis der Drüse so zahlreich, daß sie durch Aneinanderpressen ihre Lumina verlieren und zu fast kompakten Schichten von Epithelzellen sich umbilden. In der nächsten Nähe des Lumens der Schwimmblase bleibt infolge eines geringeren Druckes der tubulöse Bau der Drüse ganz deutlich erhalten. Gleichzeitig unterliegt auch die Gestalt der Zellen einer gründlichen Veränderung; in dem geschichteten Teile, an der Basis der Drüse, werden die zylindrischen Zellen infolge vielseitigen Druckes unregelmäßig polygonal, während die Zellen der oberen Schicht der Drüse ihre zylindriche Form in den Tubulis bewahren.

[1]) Bykowski L. u. Nusbaum J. Beiträge zur Morphologie des parasitischen Knochenfisches Fierasfer Cuv. Bull. de l'Acad. de sciences, Cracovie 1904.

Die kompakten Drüsen (Sargus, Pagellus) bestehen aus einigen Schichten von Epithelzellen. die von zahlreichen Kapillargefäßen in den verschiedensten Richtungen durchzogen sind. Ihre Zellen nehmen stufenweise in der Richtung von der Basis des Epithelorgans zum Lumen der Blase an Größe stetig ab. so daß die letzte Schicht aus ganz platten Epithelzellen besteht. In den kompakten Gasdrüsen finden wir ganz eigenartige Ausführungsgänge (— wie wir solche früher bei den Ophididen nachgewiesen haben [1]) —), die keine eigenen Wandungen aufweisen, sondern Lücken im Epithelgewebe zwischen den einzelnen Epithelzellen (interzelluläre Gänge), oder zwischen den Zellen und den Wandungen der sie umgebenden Blutkapillaren (perivaskuläre Gänge) bilden.

Wir glauben der Vermutung Raum geben zu dürfen. daß die mannigfaltigen Formen der Gasdrüse als verschiedene Umbildungsstadien der tubulösen Drüse zu einer kompakten zu betrachten sind. Bei den von uns beobachteten Gattungen lassen sich. wie wir oben dargelegt haben, vier Typen nachweisen. die aber eigentlich nur vier Entwicklungsstadien der Gasdrüse bilden: 1) zuerst die lediglich aus tubulösen Ausstülpungen bestehende Drüse bei Blennius und 2) die aus mannigfaltig verzweigten Tubuli zusammengesetzte Drüse bei Trigla u. Corvina etc., dann 3) die teils Tubuli und teils ein geschichtetes Epithel bildende Drüse von Hippocampus u. Syngnathus. sowie 4) die eigentlichen kompakten Drüsen von Sargus, Charax.

Im innigen Zusammenhange mit dem allgemeinen Bau der Drüse verbleibt auch die Form der Ausführungsgänge. Im ersten Typus funktionieren die einfachen tubulösen Ausstülpungen als Ausführungsgänge der Drüsen; im zweiten und in dem tubulösen Teil der Drüse des dritten Typus bilden die vielfach verzweigten tubulösen Ausstülpungen. Ausführungsgänge. welche in verschieden Richtungen die Gasdrüse durchziehen, so daß an Quer- und Längsschnitten viele von zylindrischem Epithel begrenzte Lumina erscheinen. In dem kompakten Teil an der Basis der Drüse des dritten und des vierten Typus finden wir keine Tubuli mehr, sondern wir finden in der kompakten Masse der Zellen Lücken, die sich in verschiedensten Richtungen zwischen den einzelnen Zellen oder zwischen den Wandungen der Zellen und den sie umgebenden Blutgefäßen

[1]) l. c.

hinziehen und durch welche die Zerfallsprodukte der Drüsenzellen ins Blasenlumen befördert werden.

In der Gasdrüse, mag sie dem einen oder dem anderen Bautypus angehören, ist die ausscheidende Partie von der ausführenden nie genau zu trennen. Ein Beispiel dürfte es näher erklären. Bei Syngnathus haben wir in manchen Tubuli, welche sich in das Lumen der Blase direkt öffnen, eine Menge von Gasbläschen angetroffen, die wahrscheinlich vom Zerfall der näher der Basis der Gasdrüse gelegenen Drüsenzellen stammen. Zugleich aber mußten auch die an diese Tubuli grenzenden Drüsenzellen an der Gasbläschenbildung teilnehmen, da sie einen großen Teil ihres Zellleibes eingebüßt haben, so daß eine Reduktion des Zylinderepithels zu einem Plattepithel eingetreten ist. In anderen Tubuli finden wir tatsächlich in den ihre Lumina umgebenden Zellen zahlreiche Gasbläschen. Ganz ähnliche Bilder sind in den kompakten Drüsen zu finden, z. B. bei Sargus.

Es ist bei dieser Gelegenheit hervorzuheben, daß mit der Umbildung der Gasdrüse aus einer tubulösen in eine kompakte zugleich ihre Leistungsfähigkeit beim Ausscheidungsprozesse sich steigern dürfte, da im ersten Falle nur eine Fläche der Zelle, im letzteren aber die Drüsenzellen allseits, den Lumina der Ausführungsgänge (intrazelluläre und perivaskuläre Räume) zugewendet sind, so daß einige Partien der Drüsenzellen gleichzeitig ihre Gasbläschen aus dem Zellinnern in den Ausführungsgang befördern können. Während die Ausführungsgänge der tubulösen Drüsen sehr weite Lumina haben, so daß sie auf den Querschnitten durch die Gasdrüse gleich unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen, sind die Gänge der kompakten Drüsen oft sehr schwer zu erkennen, da sie kein stabiles Lumen besitzen und erst in den in voller Gasabsonderung begriffenen Gasdrüsen erweitert und daher sichtbar werden. Dies dürfte die Hauptursache sein, daß sie von vielen Autoren bisher nicht bemerkt worden sind. (Corning[1]), Deineka[2]), Jaeger[3]).

[1]) Corning H. K. Beiträge zur Kenntnis der Wundernetzbildungen in der Schwimmblase der Teleostier. Morph. Jahrb. 1888. Bd. 14.

[2]) Deineka D. Zur Frage über den Bau der Schwimmblase. Zeitschr. für wiss. Zoologie. 1904.

[3]) Jaeger A. Die Physiologie und Morphologie der Schwimmblase der Fische. Arch. f. ges. Phys. d. Menschen u. d. Tiere. Bd. 94, 1903.

J. Müller[1]) hat noch im J. 1840 die Vermutung ausgesprochen, daß in den „drüsigen Säumen“ Drüsenkanäle vorhanden sein müßten, (von denen hin und wieder Durchschnitte ein undeutliches Bild geben), vermittelst deren die abgesonderte Luft in das Innere der Blase eindringt. Es ist daher befremdend, wenn wir bei Corning[2]) lesen: „Ich habe weder von Drüsenkanälen noch von Öffnungen auf der innern, die drüsigen Säume überkleidenden Schicht der Schwimmblase etwas auffinden können“, umsomehr, da zu gleicher Zeit Coggi[3]) bei den von ihm studierten Gattungen verschiedene Hohlräume und Gänge nachgewiesen hat. Auch Jaeger[4]) hat in der Drüse von Sciaena Hohlräume in Gestalt von ein wenig in die Länge gezogenen Ballonen bemerkt, die von zartem Epithel überkleidet, den Blutkapillaren ähnlich sind, interzellulär verlaufen und hie und da ins Schwimmblasenlumen münden. Diese Hohlräume sind nach Jaeger blasige Auftreibungen von präformierten Gängen, Gasbehälter, die der Schwimmblase das Gas liefern.

Im Innern der Epithelzellen hat weder Jaeger noch einer von den früheren Forschern Gasbläschen gesehen; sie wurden zum erstenmale von Bykowski und Nusbaum[5]) und dann von uns[6]) [7]) näher beschrieben. Die jetzigen Untersuchungen liefern weitere Belege zur Bestätigung unserer früheren Beobachtungen.

Bei den verschiedenen von uns untersuchten Formen (Syngnathus, Hippocampus, Sargus etc.) haben wir einen ganz ähnlichen Prozeß der Gasausscheidung gefunden, wie wir ihn in unserer früheren Arbeit bei den Ophididen[7]) beschrieben haben. Die Gasbläschen bilden sich im Innern der Zellen durch Fragmentation der Kerne bei gleichzeitigem körnigen Zerfall des Zellplasmas. Die Zerfallsprodukte der Zellen gehen nach weiteren chemischen Veränderungen in die Gasbestandteile der Schwimmblase über. Die

[1]) Müller J. Über die Nebenkiemen und Wundernetze. Arch. f. Anat. und Phys. Berlin. 1840.

[2]) l. c.

[3]) Coggi A. Intorni ai corpi rossi della vesica natatoria di alcuni Teleostei. Mitteil. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. 7. 1885—87.

[4]) l. c.

[5]) l. c.

[6]) K. Reis u. Prof. J. Nusbaum. Zur Histologie der Gasdrüse in der Schwimmblase der Knochenfische, zugleich ein Beitrag zur Trophospongienfrage. Anat. Anz. 1905.

[7]) l. c.

Verdichtung der Gase muß die Ausscheidung begleiten, da im Schwimmblasenlumen eine ziemlich große Spannung der Gase herrscht. Unserer Ansicht nach findet die Verdichtung der Gase in den Gasbläschen statt, da sie trotz des sich ihnen widersetzenden, intrazellulären Druckes ihre bläschenförmige Gestalt behalten und sogar an Größe mit der fortschreitenden Gasausscheidung zunehmen. Je größer die Bläschen, umso weniger vom Zellenzerfall stammende Körner enthalten sie, weil diese bei der Ausscheidung verbraucht wurden. Ein weiterer Beweis, daß die Spannung des Gases in den Bläschen groß ist, ja sogar diejenige im Schwimmblasenlumen und in den Drüsengängen übertrifft, ist aus dem Bersten der Hülle der aus den Zellen austretenden Gasbläschen zu ersehen. In den Drüsengängen und im Lumen der Blase kann man sehr oft einen Haufen körniger Zerfallsprodukte finden, dessen einzelne Körner den an der Peripherie der Gasbläschen sich befindenden ähnlich sehen und als Reste des die Gasausscheidung bewirkenden Zellenzerfalls zu deuten sind.

---

48. M. RUDOLF WEIGL. **O wzajemnem połączeniu komórek nabłonkowych przewodu pokarmowego kręgowców.** *(Über die gegenseitige Verbindung der Epithelzellen im Darme der Wirbeltiere). (Sur le mode d'union des cellules épithéliales dans l'intestin des Vertébrés).* Mémoire présenté par M. J. Nusbaum m. c.

(Planche XXIX.)

Gegenstand reger Untersuchungen besonders in den letzten Jahren wurden die von Golgi entdeckten und von andern Forschern oft unter verschiedenen Namen beschriebenen intrazellulären Netzstrukturen verschiedener Gewebszellen. Besonders sind es die Arbeiten E. Holmgrens (4), die Anregungen zu zahlreichen Nachuntersuchungen gegeben haben. Dieser Forscher gelangte nämlich zu einer höchst eigenartigen Entstehungs- und Funktionshypothese dieser Strukturen. Es sollen nämlich diese intrazellulären Netze Verzweigungen extrazellulär gelegener Zellen sein, sich verflüssigen können und so ein Ernährungsmaterial für die Zellen bilden. Als Holmgren diese Gebilde in den zylindrischen Epithelien der Darmschleimhaut wiederfand, schrieb er ihnen auch da dieselbe physiologische Bedeutung und denselben morphologischen Charakter

zu. Hier sollen dieselbe Rolle intrazelluläre Verzweigungen des subepithelialen Bindegewebes spielen, welches in ähnlicher Weise, wie wir es in der glatten Muskulatur sehen, zwischen die Zellen hineindringt, bis zu den Schlußleisten reicht und so ein Wabenwerk bildet, in dessen Maschen die einzelnen Epithelzellen eingebettet liegen. Die so entstandenen Bindegewebssepten erzeugen aus sich das Trophospongium.

Da diese Befunde die jetzt allgemein herrschende Auffassung des Bauplanes dieser Gewebsform von Grund aus zu verändern suchten, unternahm ich auf Anregung und unter der Leitung des Hrn. Prof. Dr. Josef Nusbaum, dem ich auch an dieser Stelle für die mannigfache Unterstützung, die er mir während der Arbeit zuteil werden ließ, meinen aufrichtigsten Dank ausspreche, eine Nachuntersuchung dieses Gegenstandes.

Ich kam jedoch zu ganz anderen Resultaten. Einerseits konnte ich konstatieren, daß die intrazellulären Netzstrukturen der Darmepithelzellen nichts mit den extrazellulären Gebilden gemein haben, vielmehr auf die Zelle beschränkt bleiben [1]); andererseits stellte es sich heraus, daß die Epithelzellen der Darmschleimhaut nicht durch Bindegewebssepten subepithelialer Herkunft voneinander geschieden sind, sondern — in Übereinstimmung mit den jetzt fast allgemein herrschenden Anschauungen — durch Spalten getrennt und durch Interzellularbrücken verbunden bleiben. Vom subepithelialen Bindegewebe werden sie durch die Basalmembran scharf abgegrenzt.

Es scheinen überhaupt die neuen Anschauungen Holmgrens den alten, schon längst geschlichteten Streit um das gegenseitige Verhalten des Epithels und des subepithelialen Gewebes wieder ins Leben rufen zu wollen. Denn schon Erdmann und Krause schilderten gewissermaßen ähnliche Befunde [2]); auch sind die Befunde

[1]) Über den Bau und das Auftreten des binnenzelligen Netzapparates und anderer Strukturen verschiedener Zellen des Darmtractus werde ich in einer andern Arbeit berichten.

[2]) Krause rechnet die Basalmembran zum Stratum proprium. Sie soll sich dadurch auszeichnen, daß sie zwischen die Fortsätze der Epithelzellen eigene Fortsätze oder Leisten entsendet (Zitiert nach Dawidoff (87)).

Erdmann beschreibt die Basalmembran als eine Membran, welche Fortsätze sowohl in das Epithel, als auch in das Stroma der Zellen entsendet. (Zitiert nach Drasch (81)).

In Quain's „Elements of Anatomie“ wird die Basalmembran als ein aus flachen Zellen bestehendes Gebilde beschrieben. Sie soll einerseits mit den verästelten

Holmgrens geradeso wie die ältern Ansichten Heidenhain's, Virchow's Trugbilder und entspringen denselben Fehlerquellen. Unstreitig lassen sich auch viele von den von R. Heidenhain (88) und Stöhr (89) angeführten Ursachen des Entstehens dieser Strukturbilder zur Erklärung der Befunde Holmgrens heranziehen.

Auf diese Ursachen brauche ich also nicht näher einzugehen. Ich will nur auf einen großen Fehler der von Holmgren angewandten Trichlormilchsäurefixierung hinweisen, nämlich, daß das gegenseitige Verhalten des Zellfußes und der Basalmembran ganz zerstört. Durch die Eigenschaften dieses Reagens, welches eine starke Quellung der Zellen verursacht, verliert die Zelle ihre Form, zieht sich oft zu Fäden aus, der Fuß der Zelle bleibt stellenweise mit der Basalmembran in innigem Verband, stellenweise ist er wieder von ihr abgebrochen und infolgedessen erhalten wir nicht das Bild einer schönen Abgrenzung gegen das subepitheliale Gewebe, sondern nur ein Gewirr von Fäden und Membranellen. Da ist es wirklich schwer, die Natur der Elemente zu bestimmen, man weiß nicht, was Zelle, was deren Ektoplasmaschicht und Interzellularbrücke, was Basalmembran und Bindegewebsfibrillen sein soll, und wie sich das alles zueinander verhält.

Dagegen sehen wir an gut konservierten Darmzotten, daß das Epithel gegen das Zottenstroma hindurch die Basalmembran scharf abgegrenzt wird. Diese Membran besteht an meinen Präparaten aus 2 Schichten: einem äußerst zarten, strukturlosen Häutchen, welches sich der Basis der Epithelzellen anlegt und auch höchstwahrscheinlich ein Produkt dieser Zellen darstellt, und aus einem Geflecht aus zarten Bindegewebsfibrillen mit eingestreuten Kernen. Mit dieser Schichte der Basalmembran steht das adenoide Gewebe des Zottenkörpers durch seine Fasern in innigem Verband [1]).

Diese Verhältnisse treten an Präparaten klar zutage, bei deren Konservierung der Zotteninhalt schrumpft und sich vom Epithel retrahiert; da sieht man öfters, wie sich stellenweise das strukturlose Häutchen der Basalmembran einerseits von den Epithel-

Zellen des retikulären Gewebes verbunden sein, andererseits soll sie Fortsätze in das Epithel entsenden, welche sogar die Oberfläche der letzteren erreichen (Zitiert nach Dawidoff (87)).

[1]) Einen solchen Bau der Basalmembran nehmen auch Schaffner, Oppel und Ebner an. Ausführliches Literaturverzeichnis über diesen Gegenstand bei Oppel (97) und Ebner (99).

zellen, andererseits von dem bindegewebigen Teil der Basalmembran löst. Bei diesem Prozesse wird also deutlich die Basalmembran in ihre Komponenten zerlegt.

Ich muß jedoch betonen, daß nicht überall eine so scharfe Grenze zwischen dem Epithel und dem Zottenstroma zu finden ist. Besonders bei den urodelen Amphibien verschwindet stellenweise diese scharfe Abgrenzung, insbesondere an den Spitzen der Falten, und da hat es, besonders an etwas schräg geführten Schnitten, oft den Anschein, als ob das Bindegewebe zwischen die Zellen ausstrahlen möchte. Es handelt sich aber da gewiß nicht um die allgemein bestehenden Verhältnisse, sondern um Veränderungen, die vielleicht unter anderen durch das Einwandern von Leukocyten hervorgerufen werden.

Auch von seiten Oppels (02) stießen die Befunde Holmgrens auf heftigen Widerspruch. Nur die Strukturverhätnisse, die Saint-Hilaire (03) an den Darmepithelzellen von Amphiuma schildert, scheinen sich den Anschauungen Holmgrens zu nähern; hier handelt es sich aber um elastische Fasern, die ein dichtes, subepitheliales Geflecht bilden und zwischen die einzelnen Zellen dringen.

Dieses Material stand mir nicht zur Verfügung. Alle von mir untersuchten Amphibien [1]) zeigen nichts Ähnliches. Überall sind die elastischen Fasern in den Darmschleimhautfalten nur äußerst spärlich entwickelt und nie sah ich sie zwischen den Zellen des Epithels.

Was stellen uns nun die von Holmgren abgebildeten, zwischenzelligen Membranellen vor? (Proteus). Vor allem haben wir es hier mit ein wenig geschrumpften Zellen zu tun, und diese Schrumpfung kann eine zweifache sein; je nach der Art dieser Schrumpfung erhalten wir auch verschiedene Bilder.

Der erste dieser zwei Typen stellt sich uns folgendermaßen dar: die Zellen schrumpfen samt ihrer ektoplasmatischen Grenzschichte, oder besser gesagt, sie weichen auseinander; es entstehen zwischen ihnen Spalträume, die von zarten, weiter unten näher zu beschreibenden Interzellularbrücken durquert sind (Fig. 1 A). Wir haben hier keine Spur von zwischenzelligen Membranellen. Solche Bilder gibt Holmgren nicht.

[1]) Zur Untersuchung gelangten: Rana esculenta, Bombinator igneus, Amblistoma, Axolotl, Proteus anguineus, Salamandra maculosa, Spelerpes ruber, Triton cristatus, Triton taeniatus und Triton pyrrhogaster.

Beim zweiten Typus schrumpft das Plasma (Entoplasma) der Zellen zusammen, die ektoplasmatischen Grenzschichten der benachbarten Zellen machen jedoch diese Schrumpfung nicht mit, erscheinen also wie miteinander verklebt, und wir bekommen daher ein Bild zweier eingeschrumpften Zellkörper und zwischen ihnen ein lamellöses Gebilde, welches ganz gerade oder auch geschlängelt zwischen den Zellen verläuft. Mit diesen so entstandenen Membranellen steht das Plasma an bestimmten Stellen noch in Verbindung, und so entstehen Gebilde, die Interzellularbrücken vortäuschen (Fig. I B). Das sind die Bilder Holmgrens nach meiner Deutung.

Ähnliche Verhältnisse schildert M. Heidenhain (01) an Querschnitten der glatten Muskulatur. Wenn wir uns also der durch ihn eingeführten Nomenklatur bedienen, so unterscheiden wir auch an den zylindrischen Epithelien eine Schrumpfung „mit der Haut“ (II Typus Heidenhain's) und „in der Haut“ (I Typus Heidenhain's).

Dabei denke ich jedoch keineswegs an eine vollkommene Übereinstimmung der betreffenden Strukturverhältnisse in der glatten Muskulatur und in den Darmepithelien, wie es neulich Holmgren getan hat. Die Zellen der glatten Muskulatur sind ja — wie allgemein bekannt — durch Bindegewebslamellen voneinander getrennt, und diese bleiben auch bei der Schrumpfung der Zellen „mit der Haut“ zwischen den einzelnen Zellen. Nie sehen wir dies jedoch bei Epithelzellen; hier sind die interzellulären Räume von solchen Gebilden ganz frei und nur von Brücken durchquert. Diese Brücken sind auch keineswegs das Produkt der hypothetischen Interzellularlamellen Holmgrens.

Hievon überzeugen wir uns durch Vergleichung der Längsschnitte mit den Querschnitten. Bei der Schrumpfung „in der Haut“ haben wir auch zwischen den Darmepithelzellen lamellöse Gebilde; das sind aber, wie ich eben dargestellt habe, die verklebten ektoplasmatischen Differenzierungen benachbarter Zellen. An Längsschnitten sehen wir, wie diese interzellulären Lamellen an der Basis der Zellen sich in zwei Lamellen teilen und jede für sich dem ihr angehörenden Zellleibe sich anschmiegt. Oft verläuft auch eine solche interzelluläre Lamelle geschlängelt, steht abwechselnd mit dem Plasma einer oder der anderen Zelle in Verbindung und täuscht so, wie auch Holmgren bemerkt, Zellbrücken vor. Sie sind jedoch leicht zu erkennen und nicht mit diesen Gebilden zu verwechseln.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Interzellulargebilde nichts mit dem subepithelialen Bindegewebe gemein haben.

Die ähnliche Färbbarkeit bei Anwendung bestimmter Tinktionen hat ja doch gar nichts zu bedeuten. Es ist das eben auch nur ein Fehler der von Holmgren angewandten Färbmethode, daß sie eben diese Elemente nicht differenziert. Färbt man z. B. den Proteusdarm mit Säurefuchsin + Orange, der v. Gieson'schen Flüssigkeit und mit deren Modifikationen oder nach den Methoden Unnas für Collagenfärbung, so bekommt man bei gelungener Färbung eine sehr schöne und äußerst scharfe, kontrastreiche Differenzierung dieser Gebilde, wobei sich das subepitheliale Bindegewebe hochrot, die zwischenzelligen Membranellen gelblich, ähnlich wie das Plasma der Zylinderzellen färbt. Wie bemerkt, haben wir es also hier mit nichts anderem als mit den ektoplasmatischen Grenzschichten der benachbarten Zellen zu tun; diese Grenzschichte befindet sich auch an der Basis der Zelle, die der Basalmembran aufsitzt, so daß man sie oft von dieser letzteren nicht zu unterscheiden vermag. Ab und zu findet man aber auch Stellen, wo alle diese Gebilde voneinander deutlich getrennt sind und uns das wahre Verhalten klar darlegen.

Auch andere Bilder, die Holmgren als Stütze für seine Anschauung verwertet, sind nicht imstande, diese aufrechtzuerhalten; so z. B. die Gruenhagenschen Räume. Holmgren sieht sie als präformiert an und ist der Ansicht, daß sie nicht in der Zelle, sondern zwischen der Zellbasis und der Basalmembran entstehen. Die Wandungen dieser Räume sollen durch Bindegewebssepta gebildet werden, die von der Basis dieser Räume bis zu den Schlußleisten reichen; und das führt Holmgren als Grund an, weshalb man sie nicht als ektoplasmatische Differenzierungen der Epithelzellen ansehen kann. Diese seine Auseinandersetzungen haben jedoch nur geringe Beweiskraft, denn warum sollte — auch an sehr verlängerten Zellen — eine ektoplasmatische Differenzierung nicht von der Basis bis zur Schlußleiste reichen? Außerdem entstehen die Gruenhagenschen Räume — welcher Natur sie auch sein mögen — nicht unter den Zellen, sondern in den Zellen, wie es auch Reuter und Andere angeben. Die Wandungen derselben sind also die ektoplasmatischen Bildungen der Zelle selbst und nicht Bindegewebssepten. Öfters erhielt ich Bilder, bei denen auch die so veränderten Zellen sich von der Basalmembran abheben; an solchen Zellen haben die Gruenhagenschen Räume das Aussehen von Aus-

sackungen an dem Basalteile der Zelle und die Basalmembran befindet sich unten, ohne mit ihr in Verbindung zu stehen.

Was also den Verband und die Zusammengehörigkeit der zwischenzelligen Membranellen mit den subepithelialen Gebilden des Bindegewebes anbelangt, so bin ich — wenigstens was die Verhältnisse des Darmepithels der Wirbeltiere anbelangt — davon überzeugt, daß Holmgrens Annahmen auf Irrtum beruhen, da ihn der Wunsch, diesen Zusammenhang nachzuweisen — welcher doch für seine Erklärung der Trophospongiengebilde eine conditio sine qua non bildet — dazu verleitet, Bilder, welche einen solchen Zusammenhang vortäuschen, als bestehende und allgemein gültige Strukturverhältnisse zu deuten.

Diese meine Anschauungen betreffen aber nur die Verhältnisse an dem Zylinderepithel des Dünndarmes der Wirbeltiere, und ich will sie nicht verallgemeinern. An niederen Tieren z. B. in dem Hautepitel und in manchen Gegenden des Darmes bei den Blutegeln erhielt auch ich Bilder, die den von Blochmann (05), Ramon y Cajal (03) und Holmgren beschriebenen Befunden vollkommen entsprechen. Meiner Ansicht nach dürfen jedoch die Strukturverhälnisse dieser Tierklassen nicht ohne weiteres denen der Wirbeltiere angepaßt werden und noch viel weniger können sie als Beweis für die Struktur des Darmes der Wirbeltiere auf die Wagschale gelegt werden.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Interzellularbrücken über.

Wie schon oben angedeutet wurde, haben wir es bei der Schrumpfung der zylindrischen Epithelien mit zwei Formen dieser Erscheinung zu tun.

Bei einem Typus bleiben die verdichteten Grenzschichten benachbarter Zellen miteinander verklebt und nur der Plasmakörper schrumpft, hängt jedoch an bestimmten Stellen mit der Grenzschichte zusammen. An Quer- wie auch an Längsschnitten der Zellen (vergl. Fig. 2, 3, 4) sieht man beinahe ausnahmslos, daß diese stachelförmigen Ausziehungen des Plasmaleibes benachbarter Zellen in knötchenartigen Gebilden zusammenstoßen, und man hat den Eindruck, als ob an diesen Stellen ein kontinuierlicher Übergang des Plasmas benachbarter Zellen stattfände. Wir erhalten somit ganz ähnliche Bilder, wie sie uns Heidenhain in seinem Schema der Schrumpfung „in der Haut“ der glatten Muskelzellen bietet; nur sind es hier nicht flügelartige radiäre Septen des Plasmaleibes, die

an Grenzfibrillen befestigt sind, sondern stachelartige Ausziehungen des Plasmaleibes. Wirkliche Interzellularbrücken sind zwar diese Stacheln nicht, da sie sich ja nicht zwischen zwei benachbarten Zellen, sondern in ihnen selbst befinden und daselbst nur das Entoplasma mit der ektoplasmatischen Grenzschichte verbinden. Sie deuten uns aber jene Stellen an, wo solche Interzellularbrücken bei der zweiten Art der Schrumpfung entstehen. (Ähnliche Gebilde beschreibt Cloetta (93)).

Dazu sei noch bemerkt, daß der Raum, welcher bei dieser Art der Schrumpfung zwischen dem geschrumpften Entoplasma und der ektoplasmatischen Grenzschichte entsteht, nur selten leer erscheint. Gewöhnlich ist er mit einer sich heller färbenden Substanz ausgefüllt (deutlich zu sehen auf Fig. 2) und wir haben es da gewiß mit dem Ektoplasma und der aus dem geschrumpften Entoplasma austretenden Zelllymphe zu tun.

Wenn bei der anderen Art der Schrumpfung die Zellen auseinanderweichen, so erhalten wir ganz andere Bilder (Fig. 5, 6). Wieder ist jede Zelle wie mit Stacheln besetzt; diese Stacheln verbinden sich aber mit denen der Nachbarzellen so, daß sie uns dadurch kontinuierliche Stränge darstellen, durch welche die auseinandergetretenen Zellen verbunden bleiben. Hier haben wir die wahren Interzellularbrücken vor uns [1]).

Über den Bau dieser Gebilde der Darmepithelien liegen in der Literatur nur spärliche Angaben vor [2]), Kolossow (98, 02) deutet sie als lamellöse Fortsetzungen der ektoplasmatischen Grenzschicht. Ich lasse hier seine Beschreibung folgen.

[1]) Diese Bilder des durch die angewandten Reagentien (mit und besonders in der Haut) zusammengeschrumpften Zellkörpers geben natürlich nicht den normalen Bau der Zelle wieder, hier haben wir aber — wie es auch Barfurth (96) bei der Beschreibung der Interzellularbrücken des Uterus bemerkt — ein Naturexperiment vor uns, durch welches präformierte, aber verborgene Strukturen verdeutlicht werden.

[2]) Über Interzellularbrücken der Darmepithelien berichten R. Heidenhain (87), Nicolas (91), Cohn (95), Carlier (96), Kolossow (98, 02), Schneider (02), Brummer (75), Ogneff (92), Garten (96). — Die Angaben der letzten drei Forscher beziehen sich nur auf die Magenepithelzellen. Gelegentlich werden Interzellularbrücken in der Dünndarmschleimhaut auch von Zimmermann (98) und von Reuter (03) erwähnt. Die Existenz wahrer Brücken an den Darmepithelzellen leugnen Stöhr (92), Cloetta (93), Ebner (99), Dekhuyzen und Vermaat (03), und Holmgren (04).

„An den Seitenflächen der Zelle bildet das Protoplasma eine dünne ektoplasmatische Grenzschicht..., durch viele verschwindend kleine und miteinander anastomisierende lamellöse Fortsetzungen hängt die erwähnte Schicht direkt mit den gleichen Grenzschichten der Nachbarzellen zusammen".

Die Methode Kolossow's [1]), die zwar zum Nachweis der Existenz der interzellulären Verbindung durch Brücken gute Dienste leistet, gibt über den Bau dieser Gebilde nur schlechte Auskunft. Die Zellen schrumpfen stark ein, weichen aber trotzdem nur wenig auseinander. Wir sehen also gewöhnlich nicht nur die Brücken, sondern auch die starken Falten der ektoplasmatischen Grenzschicht, die uns Scheidewände zwischen den Zellen vortäuschen.

Nach Schneider (02) sollen die Brücken das Produkt der Körnchen der an der Peripherie der Zellen verlaufenden Fäden sein, uns also Verbindungsfäden der Körnchen zweier benachbarter Zellen darstellen. Andere Autoren, die über Zellbrücken der Darmepithelien berichten, sehen sie als stachelförmige Ausläufer der Zellen an, die sich mit denen der benachbarten Zellen verbinden. Was ihren Bau anbelangt, so lassen sie dieselben meistenteils nur aus der ektoplasmatischen Grenzschicht des Zellleibes aufgebaut sein.

Zur Beurteilung der Frage über den Bau der Brücken bei den Darmepithelien werde ich auch die Bilder, die uns die Schrumpfung „in der Haut" bietet, zu Hilfe nehmen. An so geschrumpften Zellen sehen wir, daß das Entoplasma benachbarter Zellen an gewissen Stellen nur durch knöpfchenartige Gebilbe getrennt oder vielmehr verbunden ist (Fig. 2); treten nun die Zellen ein wenig auseinander, so verschwinden die eben genannten Gebilde [2]) und an ihre Stelle treten plasmatische Verbindungsbrücken ohne irgend welche

[1]) Fixierung durch Injizieren (2—3 Minuten) ins Blutgefäßsystem des zu untersuchenden Organes einer Mischung von:

| | | |
|---|---|---|
| $^1/_2$% | wässeriger Osmiumsäure . . . | 100 ccm |
| 30% | Salpetersäure . . . . . . . | $^1/_2$—1 „ |
| | Eisessig . . . . . . . . . | 1 „ |
| | Kalium nitricum 10 bis 20 gr | |

dann zur endgültigen Fixation auf 16—24 St. in reine $^1/_2$% Osmiumsäurelösung.

[2]) Die schwarzen Pünktchen, die oft beim Auseinanderrücken der Zellen in der ektoplasmatischen Schicht an der Basis der Brücken auftreten, entsprechen gewiß nicht den oben beschriebenen schwarzen Knötchen, vielleicht eher den von Schneider beschriebenen Desmochondren peripherischer Fäden.

merkbare Grenze (Fig. 6). Wenn die Schrumpfung nur schwach ist, sind diese Brücken oft so dick, daß man an ihnen eine äußere, dunkler gefärbte Schicht, die der ektoplasmatischen Grenzschicht angehört, unterscheidet und eine innere, hellere, die vielleicht als unmittelbare Entoplasmaverbindung der Zellen zu deuten wäre. Auch der Bau der knötchenartigen Bildugen verleitet zu einer solchen Annahme [1]). Betrachtet man das Flächenbild der Zelle, so bestehen diese Gebilde aus einem schwarzen Ring mit hellerem Inhalt (Fig. 7).

Aus diesem Bau der Gebilde und ihrem Verhalten (Verschwinden beim Auseinandertreten der Zellen) schließe ich, daß es nicht Gebilde *sui generis* sind, sondern daß sie uns nur die Stellen markieren, wo sich das Entoplasma benachbarter Zellen verbindet. Ihre scharfe Färbbarkeit ergibt sich daraus, daß ja an diesen Stellen alle Plasmaschichten und ektoplasmatischen Differenzierungen benachbarter Zellen zusammenstoßen und dadurch ein mehr kompaktes Klümpchen bilden.

Es besteht also die Brücke aus einer ektoplasmatischen Hülle und einer entoplasmatischen Achse [2]).

[1]) Diese Knötchen, die immer sehr scharf zwischen den — nicht oder nur sehr wenig — auseinandergewichenen Zellen hervortreten und die uns dadurch die Grenzlinien benachbarter Zellen markieren, deutet Holmgren als Querschnitte wirklicher Grenzfibrillen, wie wir sie auch an den glatten Muskelzellen finden.

Meiner Anschauung nach, haben wir es da nicht mit Grenzfibrillen zu tun; wenn dem so wäre, müßten wir sie an Längsschnitten die uns die Seitenfläche der Zellen zeigen, deutlich sehen. In Fig. 7, 8 habe ich solche Zellen abgebildet; wir sehen hier den Verlauf und die Anordnung dieser Gebilde sehr deutlich. Es sind also keine längsverlaufenden Fibrillen, sondern nur Knötchen, die bei schwacher Schrumpfung der Zelle (mit der Haut) durch längs- und querverlaufende Linien miteinander verbunden sind (Fig. 7). Auch Schneider (02) sah gewiß diese Gebilde zwischen den Zellen. Er schreibt: „Wenn zwischen zwei benachbarten Zellen die Interzellularlücken fehlen, so wird die Zellkontur durch dunkle Punkte bezeichnet, die leicht zu schwarzen Linien verfließen".

[2]) Nach Studnička (99) sind die Brücken der Epithelzellen plasmatische Ausläufer derselben; wenn nun — nach den Anschauungen dieses Forschers — das Plasma an seiner Oberfläche sich zu einer Membran verdichtet, so trifft dasselbe Schicksal auch die Brücken und dann stellen sie uns nicht mehr einen Verband des frischen Entoplasmas benachbarter Zellen dar, sondern sind nur ektoplasmatische Differenzierungen. Diese Argumentation Studnička's kann — etwas modifiziert — auch auf unseren Fall angewendet werden. Der Prozeß der oberflächlichen Verdichtung des Plasmas trifft hier auch nur den peripherischen Teil

An Stellen, wo die Zellen weiter auseinanderrücken, sieht man nichts mehr von diesem Bau der Brücken, weil sie da stark gedehnt und zu dünnen, oft langen Fäden ausgezogen werden (Fig. 6). Es ist auch anzunehmen, daß bei einer so starken Dehnung die entoplasmatische Achse nicht nur zu einem äußerst dünnen Faden reduziert wird, sondern auch zerreißt; dann erscheinen die Brücken auch nur als Ausläufer der ektoplasmatischeu Grenzschicht.

Es fragt sich nun, ob die fibrillären Differenzierungen des Plasmas durch diese Brücken in die der Nachbarzellen übergehen? [1])

Bilder, die man zuweilen zu Gesichte bekommt, (besonders schön an im Carnoy-Gemisch konservierten Material), scheinen dafür zu sprechen. Man sieht nämlich an Längsschnitten, wie quer durch die Zelle verlaufende Fäden direkt durch die Brücken in die Nachbarzellen übergehen und oft auf diese Weise mehrere Zellen miteinander verbinden [2]). (Fig. 9). Bei starken Vergrößerungen lösen sich diese oft dicken Fäden in zwei, zuweilen auch in mehrere Fibrillen auf. Diese Fibrillen erscheinen wieder als Verbindungsfäden von Körnchen, die an in der Längsachse der Zelle verlaufenden Fäden verteilt sind. Wir erhalten also in dem konservierten Zellplasma oft ein äußerst regelmäßiges Netzwerk von Fäden, welches schon Klein (79) und Schneider (02) für die Epithelzellen des Darmkanals beschrieben haben. Auch M. Heidenhain (99) sah oft die Längsfibrillen der Darmepithelzellen durch zarte — jedoch farblose — Querbrücken verbunden. Diese Fäden bewirken — je nach der stärkeren Entwickelung in einer Richtung — entweder eine Längs- oder eine Querstreifung des Plasmas. Inwiefern jedoch die Natur dieses Netzwerkes den Bau der lebenden Zelle wiedergibt, traue ich mich nicht zu entscheiden [1]). Denn an Präparaten

der verhältnismäßig dicken Brücken. Es bleibt also in der Brücke noch ein Strang von frischem Plasma, durch welchen das Entoplasma benachbarter Zellen in Verbindung steht. Vergl. auch Barfurth (97).

[1]) In diesem Falle bestände eine Brücke aus einer Fibrille in einer plasmatischen Achse und einer ektoplasmatischen Hülle. Bekanntlich nimmt einen solchen Bau der Epithelzellbrücken Ramon y Cajal an.

[2]) Diese Gebilde — die auch Holmgren beschreibt — verlaufen intrazellular und sind nicht mit denen, die an der Oberfläche der Zellen auftreten und unten näher beschrieben werden sollen, zu verwechseln.

[1]) Es ist nämlich nicht ausgeschlossen, daß wir es auch hier mit einer Täuschung zu tun haben. Denn die Bilder, die uns der Längsschnitt der Zelle zeigt, entsprechen nicht denen des Querschnittes; an Querschnitten konnte ich das so

aus best konservierenden Gemischen sieht man gewöhnlich bei sehr guter Konservierung keine Spur von diesen Gebilden. Oft zeigt jedoch das Protoplasma, besonders in den oberen Partien der Zelle, eine deutliche Schichtung. Die dünkleren wie auch die helleren Partien haben denselben Bau, nur ist das Protoplasma in den dünkleren bedeutend dichter. Diese dünkleren Partien, die oft sehr schmal sein können, durchqueren die Zelle, setzen sich auch in die Nachbarzellen fort, so daß man den Eindruck gewinnt, als ob wir es auch hier mit denselben Gebilden zu tun hätten. Es sind aber keine Fäden, sondern nur Stränge (vielleicht ganze Schichten) eines dichteren Plasmas.

Was die Anordnung der Brücken an den Zellen anbelangt, so zeigen uns die Bilder in Fig. 7, 8, daß sie äußerst regelmäßig sein kann, wofür auch die Angaben Zimmermanns (98) und Schneiders (02) sprechen.

Es erübrigt nur noch, die oft stark ausgebildeten Verbindungslinien der Brücken auf dem Flächenbild zu besprechen.

Nach Zimmermann (98) stehen die Brücken auf der Höhe von Längsleisten, die miteinander wieder durch schwächere Querleisten zusammenhängen. Auch Schneider (02), der die Interzellularbrücken von den Desmochondren ableitet, beschreibt sie als regelmäßig an Längsfibrillen verteilt, die wieder durch Querfibrillen verbunden sind. Ich deute diese Leisten und Fibrillen als Fältelung der ektoplasmatischen Grenzschichte, die erst durch die Einwirkung der schrumpfenden Reagentien hervorgerufen wird.

Es handelt sich ja bei der Entstehung der Brücken um eine Schrumpfung mit der Haut; das ektoplasmatische Häutchen ist aber an bestimmten Stellen (Brücken) an dasjenige der Nachbarzellen

regelmäßige Netzwerk nicht wiederfinden, wir sehen hier nur, wie das stark geschrumpfte Entoplasma oft durch dünne fibrillenähnliche Züge (Stacheln) sich mit dem der Nachbarzellen verbindet. Es ist also möglich, daß während der Schrumpfung das zwei benachbarte Stacheln einer und derselben Zelle verbindende Entoplasma nicht so stark schrumpft und eine Art Leiste bildet, deren Rücken, von oben gesehen, uns eine Fibrille vortäuscht. Bei regelmäßiger Anordnung der Stacheln und geeigneter Schnittführung (in der Richtung des Pfeiles, Fig 10), bekommen wir also in der geschrumpften Zelle (an der Grenze des Ekto- und Entoplasmas) ein regelmäßiges Netzwerk mit Knotenpunkten: das sind die Stachelausziehungen mit den sie verbindenden Plasmaleisten. Daß es sich hier nicht um ähnliche Gebilde wie die Plasmafasern der Epidermis handelt, — die auch mehrere Zellen miteinander verbinden können, — scheint mir ganz sicher zu sein.

fixiert; bei der Schrumpfung müssen also Fältchen entstehen, die je nach der Verteilung der Zellbrücken regelmäßige oder mehr weniger unregelmäßige Figuren bilden. Es entsteht an der Fläche der Zelle ein Maschenwerk von Fältchen, in dessen Knotenpunkten sich die Zellbrücken befinden. (So deute ich auch die lamellösen Brücken Kolossow's. Hieher gehören auch die von Holmgren beschriebenen und auch so gedeuteten, quer über die Zellen verlaufenden Fäden).

Auf eines möchte ich noch aufmerksam machen.

Bei der Durchmusterung der Präparate, wo es sich um eine markante Schrumpfung „in der Haut" handelt, wird man unwillkürlich durch das scharfe Auftreten der Knötchen dazu verleitet, an die Brückenknötchen der Stacheln und Riffzellen zu denken. Die Ähnlichkeit dieser Gebilde ist nicht zu verkennen und wird oft dadurch gesteigert, daß man hie und da auch Bilder erhält, wo die interzellularen Lamellen entfärbt sind. Wenn wir noch dazu die Befunde Rabls (96, 97), nach dessen Ansicht die Brückenknötchen untereinander verbunden sein sollen, im Auge behalten, so hätten wir ja ganz entsprechende Bilder. Ob und inwiefern jedoch diese Bildungen einander entsprechen, möchte ich hier nicht entscheiden.

Wenn wir jetzt diese Befunde, nämlich die Verbindung benachbarter Zellen durch Brücken, auf ihren physiologischen Wert hin prüfen wollen, so müssen wir vor allem berücksichtigen, daß die Beschaffenheit der Brücken von prinzipieller Bedeutung ist. Denn sind die Brücken nur das Produkt der ektoplasmatischen Grenzschicht oder gar der Interzellularsubstanz, so können sie ja auch nur einer mechanischen Funktion dienen, nämlich der Aufrechterhaltung eines Verbandes der Zellen, der es den Zellen ermöglicht auseinananderzutreten und so zwischenzellige Hohlräume zu bilden, welche einerseits dem Lymphstrom freie Bahn lassen, andererseits auch das resorbierte Material zeitweise in sich aufnehmen.

Ganz anders und viel komplizierter kann sich ihre Funktion gestalten, wenn wir, wie ich oben zu beweisen bemüht war, annehmen, daß durch die Interzellularbrücken ein kontinuierlicher Verband und Übergang des Entoplasmas (vielleicht samt seinen cytoplasmatischen Differenzierungen) benachbarter Zellen vermittelt wird. Hier drängt sich natürlich der Gedanke auf, daß es sich um Vorrichtungen handelt, die — außer der obengenannten Funktion —

als ihre höhere Aufgabe, die Übertragung von Reizen auf benachbarte Zellen übernehmen.

Lemberg, am 14. Juli 1906.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Schematische Darstellung der Schrumpfung A „mit der Haut“ und B „in der Haut“.

Fig. 2. Schnitt durch die Oberkernzone der Darmepithelzellen von Proteus. „Schrumpfung in der Haut“. Das stark geschrumpfte Entoplasma bleibt durch dünne fibrillenähnliche Züge mit dem der Nachbarzellen in Verbindung. An der Verbindungsstelle hämatoxylingefärbte Knötchen.

Carnoy-Gemisch. Eisenhämatoxylin. Zeiss Apoch. homog. Imm. 1·5 mm. Ok. 4 Zeichnungsprisma.

Fig. 3. Schnitt durch die Oberkernzone der Darmepithelzellen von Proteus. Deutliche Schrumpfung „in der Haut“. An einer Stelle treten die Zellen ein wenig auseinander und bleiben durch Brücken verbunden.

Carnoy-Gemisch, Eisenhämatoxylin. Zeiss Apoch. homog. Imm. 1·5 mm. Ok. 4. Zeichnungsprisma.

Fig. 4. Darmepithel von Proteus. Schrumpfung „in der Haut“ wie bei Fig. 2, dieselbe Konservierung.

Zeiss homog. Imm. 1·5 mm. Ok. 4. Zeichnungsprisma.

Fig. 5. Schnitt durch die Oberkernzone der Darmepithelzellen von Proteus. Schrumpfung „in der Haut“ mit einer nur leichten Schrumpfung „mit der Haut“. Die Zellen bleiben an den Stellen der Interzellularbrücken noch eng miteinander durch Knötchen verbunden.

Carnoy-Gemisch, Eisenhämatoxylin. Zeiss Apoch. homog. Imm. 1·5 mm. Ok. 4. Zeichnungsprisma.

Fig. 6. Schnitt durch die Oberkernzone der Darmepithelzellen von Spelerpes Schrumpfung „mit der Haut“. Die Zellen treten weit auseinander, es entstehen dünne fadenförmige Interzellularbrücken.

Carnoy-Gemisch, Thiazinrot, R. Toluidin. Zeiss Apoch. homog. Imm. 1·5 mm Ok. 4. Zeichnungsprisma.

Fig. 7. Darmepithelzellen von Proteus. Die mittlere Zelle zeigt uns ihre Seitenfläche. Man sieht hämatoxylingefärbte Knötchen, bestehend aus einem dunklen Ring mit hellerem Inhalt. Diese Knötchen sind durch längs- und querverlaufende Fibrillen verbunden.

Carnoy-Gemisch, Eisenhämatoxylin. Zeiss homog. Imm. 1·5 mm. Ok. 4. Zeichnungsprisma

Fig. 8. Darmepithelzellen von Proteus. Wie in Fig. 7.

Zeiss Apochr. homog. Imm. 1·5 mm. Ok. 2.

Fig. 9. Darmepithelzellen von Triton cristatus. Schwarze hämatoxylingefärbte intrazellulare Fibrillen mit Verdickungen durchqueren die Zellen und gehen durch die Brücken in solche Fibrillen der Nachbarzellen über. Die längsverlaufenden Fibrillen sind in dem Präparate nicht stark ausgeprägt und wurden bei der Zeichnung nicht berücksichtigt.

Carnoy-Gemisch. Zeiss homog. Imm. 1·5 mm. Ok. 4. Zeichnungsprisma.

Fig. 10. Schnitt durch die Oberkernzone des Darmepithels von Proteus. Die Konturen der Zellen mit Zeichnungsprisma nach dem Präparate gezeichnet. Die Struktur der Zellen schematisiert zur Erläuterung des Entstehens der intrazellulären Fibrillen. Wenn wir uns vorstellen, daß der Längsschnitt der Zellen in der Richtung des Pfeils fällt, so erscheint uns die dunkel gezeichnete Linie als intrazelluläre punktierte Fibrille (wie in Fig. 9).

## Literaturverzeichnis.


96) Barfurth D. Zelllücken mit Zellbrücken im Uterusepithel nach der Geburt. Verh. d. anat. Ges.

97) — Anat. Hefte Bd. IX.

05) Blochmann T. Epithel und Bindegewebe bei Hirudo. Anat. Anz. Bd 26.

75) Brummer. Stacheln und Riffzellen in der Magenwand verschiedener Säugetiere. Mediz. Zentralblatt (nach Studnička (99)).

96) Carlier E. W. On intercellular Bridges in columnar Epithelium. La Cellule T. 11. Fsc. 2.

93) Cloetta. Beiträge zur mikroskopischen Anatomie des Vogeldarmes. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. 41.

95) Cohn Th. Über Interzellularlücken und Kittsubstanz. Anat. Hefte. 1. Abt. Heft 15.

87) Davidoff M. Untersuchungen über die Beziehungen des Darmepithels zum lymphoiden Gewebe. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. 29.

03) Dekhuyzen und Vermaat. Über das Epithel der Oberfläche des Magens. Anat. Anz. Ergänzungsh. zum Bd. 23.

81) Drasch Otto. Beiträge zur Kenntnis des feineren Baues des Dünndarmes, insbesondere über die Nerven desselben. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. 82. III. Abt.

99) Ebner Victor. Koelliker's Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. 3. Bd.

96) Garten S. Die Interzellularbrücken der Epithelien und ihre Funktion. Archiv f. Anat. u. Physiol., physiol. Abt. Jahrg. 1895.

99) Heidenhain M. Über die Struktur der Darmepithelzellen. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. 54.

01) Heidenhain M. Struktur der kontraktilen Materie. Merkel-Bonnet's. Ergebn. d. Anat. u. Entwickelungsgesch. Bd. 10. 1900.

88) Heidenhain R. Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 43. Supplementheft.

04) Holmgren E. Beiträge zur Morphologie der Zelle. II. Teil. Verschiedene Zellarten. Anat. Hefte. I. Abt. Bd. 25. (Hier auch Verzeichnis seiner Arbeiten über Darmepithelzellen).

04) Holmgren E. Zur Kenntnis der zylindrischen Epithelzellen. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 65.

79) Klein E. Observations on the structure of cells and nuclei. Quarterly Journ. of microsc. Science New Ser. Vol. 19. (Nach Oppel (97)).

98) Kolossow A. Eine Untersuchungsmethode des Epithelgewebes, besonders

der Drüsenepithelien und die erhaltenen Resultate. Arch. f. mikroskop. Anatom. Bd. 52.

02) Kolossow A. Zur Anatomie und Physiologie der Drüsenepithelzellen. Anat. Anzeiger. Bd. 21.

91) Nicolas A. Recherches sur l'épithélium de l'intestin grêle. Internation. Monatsschrift f. Anat. u. Physiol. Bd. 8. (Nach Cohn (95)).

92) Ogneff. Einige Bemerkungen über das Magenepithel. Biol. Zentralblatt Bd. 12.

97) Oppel A. Lehrbuch d. vergl. mikrosk, Anatomie d. Wirbeltiere. Bd. II.

03) Oppel A. Verdauungs-Apparat. Merkel-Bonnet's Ergebn. der Anat. und Entwickelungsgesch. Bd. 12, 1902. auch weitere Bde 13, 1903; 14, 1904.

96) Rabl H. Untersuchungen über die menschliche Oberhaut. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 48.

98) Rabl H. Haut. Merkel-Bonnet. Ergebn. d. Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 7, 1897.

03) Ramón y Cajal. Un sencillo metodo de coloracion selectiva del reti-. culo protoplasmatico. Trabajos del laborat. de investig. biolog. de la Univers. de Madrid. T., II. fasc. 4.

01) Reuter K. Zur Frage der Darmresorption. Anat. Anzeiger, Bd. 19.

03) Saint Hilaire. Über den Bau des Darmepithels nei Amphiuma. Anat. Anz. Bd. 22.

02) Schneider K. Lehrbuch d. vergl. Histologie d. Tiere.

89) Stöhr Ph. Über die Lymphknötchen des Darmes. Arch. für mikroskop Anatom. Bd. 33.

92) Stöhr Ph. Verdauungs-Apparat. Merkel-Bonnet. Ergebn. d. Anatom. u. Entwickelungsgesch. Bd. 1, 1891.

99) Studnička T. K. Über die interzellularen Verbindungen, den sogen Cuticularsaum und den Flimmerbesatz der Zellen. Sitzungsber. d. k. b. Gesellsch. d. Wissenschaften. Jahrg. 1898.

98) Zimmermann W. Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 52.

---

49. M. K. OLSZEWSKI m. t. **Temperatura inwersyi zjawiska Joula i Kelvina w powietrzu i azocie. Wiadomość tymczasowa.** ***(Inversionstemperatur der Joule-Kelvinschen Erscheinung für Luft und für Stickstoff. Vorläufige Mitteilung).*** *(Température d'inversion du phénomène de Joule-Kelvin de l'air et d'azote. Notice preliminaire).*

In meiner vor 5 Jahren veröffentlichten [1]) Arbeit habe ich die Inversionstemperatur der Joule-Kelvinschen Erscheinung für Wasserstoff zu $-80{\cdot}5^0$ bestimmt; diese Zahl hat für mich nachher

[1]) K. Olszewski, Bull. Acad. Crac. 1901, (453).

bei dem Bau von Verflüssigungsapparaten [1]) für dieses Gas ausschlaggebend gewirkt. Diese Abhandlung hat auch die Aufmerksamkeit der Physiker auf sich gelenkt, und sie diente A. W. Porter [2]) als Ausgangspunkt für eine theoretische Arbeit, die eine Untersuchung der Exaktheit der van der Waalsschen und Dietericischen Zustandsgleichungen auf grund der von mir gefundenen Inversionstemperatur bezweckte. Wegen der großen theoretischen Wichtigkeit solcher Bestimmungen habe ich mich entschlossen, ähnliche Messungen auch für andere Gase durchzuführen, vor allem für Luft und deren Hauptbestandteile. Bis jetzt habe ich die Versuche über die Inversionstemperaturen für Luft und für Luftstickstoff zum Abschluß gebracht, und erlaube mir die Ergebnisse in einer kurzen Notiz der Akademie vorzulegen, wobei ich mir eine eingehende Beschreibung der Versuchsanordnung und der Apparate für eine spätere Mitteilung vorbehalte. Ich bemerke bloß, daß der gebrauchte Apparat im Prinzip von dem vor 5 Jahren von mir verwendeten nicht differierte, aber angesichts der hohen Temperatur (bis 300°), bei welcher die Versuche mit Luft und mit Stickstoff angestellt werden mußten, beträchtliche Änderungen sowohl in Einzelheiten wie in Ausmaßen erfuhr.

Da Witkowski bereits 1898 [3]) und Porter (l. c.) in diesem Jahre auf grund theoretischer Erwägungen zu der Ansicht kamen, daß die Inversionstemperatur der Joule-Kelvinschen Erscheinung für Gase wahrscheinlich eine Funktion des Druckes ist, habe ich bei den jetzigen Versuchen spezielle Aufmerksamkeit den Anfangsdrucken der einer nicht umkehrbaren Entspannung unterworfenen Gase zugewendet.

Der Apparat wurde in einem Ölbade erwärmt; behufs Temperaturmessung kam ein hochgradiges Quecksilberthermometer zur Anwendung; um aber die kleinen Temperaturdifferenzen, welche bei der Gasentspannung auftreten, zu bestimmen, bediente man sich eines Eisen-Konstanten-Thermoelements, dessen Empfindlichkeit etwa 0·2° für 1 mm Galvanometerausschlag (an der Skala gemessen) betrug.

Das bis auf den Anfangsdruck $p$ komprimierte Gas wurde einer

[1]) K. Olszewski, Bull. Acad. Crac. 1902, (625) und 1903, (241).

[2]) A. W. Porter, Phil. Mag. Ser. [6], **11**, (554), 1906.

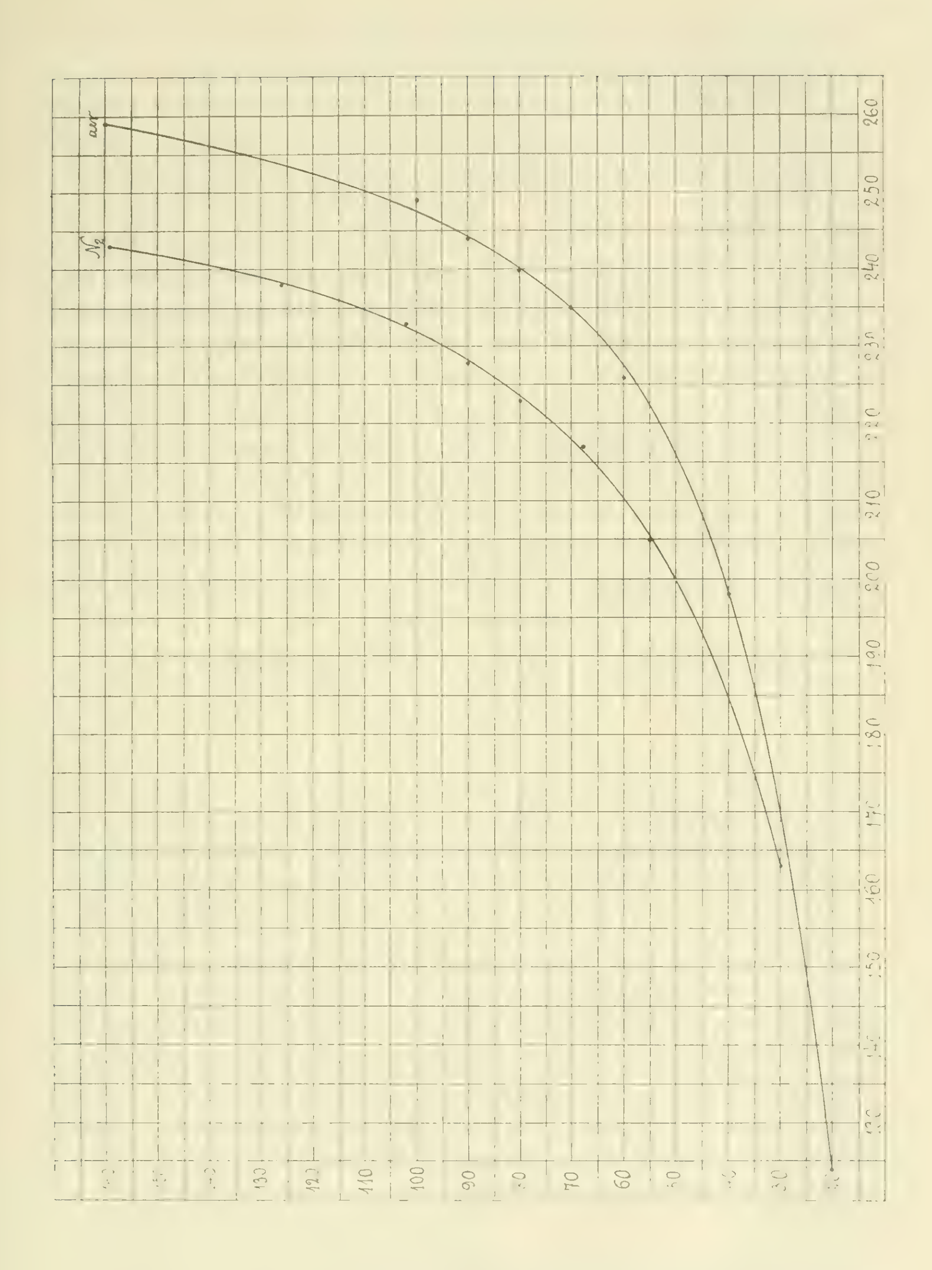
[3]) A. W. Witkowski, Bull. Acad. Crac. 1898, (282).

Entspannung bis zu einer Atmosphäre unterworfen; der Versuch wurde unter diesen Umständen mehrmals wiederholt. wobei die Temperatur des Gases allmählich von + 300° nach abwärts geändert wurde. Oberhalb einer gewissen Temperatur $t_i$ zeigte das Thermoelement eine Erwärmung des Gases, unterhalb derselben eine deutliche Abkühlung an, und bei der Temperatur $t_i$ selbst war der integrale Effekt der Joule-Kelvinschen Erscheinung gleich Null.

In nachstehender Tabelle sind die Werte der Anfangsdrucke $p$ (in kg auf 1 cm²) und die ihnen entsprechenden Inversionstemperaturen $t_i$ angegeben.

| Luft | | Stickstoff | |
|---|---|---|---|
| $p$ | $t_i$ | $p$ | $t_i$ |
| 160 | +259° | 159 | +243° |
| 100 | 249 | 126 | 238 |
| 90 | 244 | 102 | 233 |
| 80 | 240 | 90 | 228 |
| 70 | 235 | 80 | 223 |
| 60 | 226 | 68 | 217 |
| 40 | 198 | 55 | 205 |
| 20 | 124 | 30 | 163 |

In nebenstehender Fig. 1 wurden die Versuchsergebnisse als Punkte eingetragen, welche als Ordinaten die Anfangsdrucke $p$ (kg auf 1 cm²) und als Abszissen die entsprechenden Inversionstemperaturen $t_i$ besitzen. Durch Verbinden dieser Punkte erhält man eine Kurve, welche die Abhängigkeit der Inversionstemperaturen der untersuchten Gase von den Anfangsdrucken ausdrückt. Der Verlauf der Kurven bestätigt vollauf die Annahme von Witkowski und von Porter, daß die Inversionstemperaturen Funktionen des Druckes sind. Die Werte der Inversionstemperaturen für Luft, berechnet von Witkowski nach der empirischen Formel von Rose-Innes (+ 360°) sowie auf Grund der Formel von van der Waals (+ 500°), sind zwar recht hoch, wenn man sie mit den von mir erhaltenen vergleicht; man muß aber berücksichtigen, daß der letzte Wert unter Annahme einer kleinen (1 Atm.) Druckdifferenz berechnet wurde, wogegen meine Zahlen sich auf den integralen


air
$N_2$
260
250
240
210
200
190
180
130
110
100
90
70
60

Wert der Joule-Kelvinschen Erscheinung beziehen, bei Entspannung eines Gases von hohem Drucke bis zu 1 Atm.

Schließlich möchte ich auf den Zusammenhang hinweisen, welcher zwischen dem Verlauf der Kurve für Luft und zwischen der Verflüssigung dieses Gases in Gegenstrom-Apparaten zu bestehen scheint. Mittels des von mir 1902 [1]) beschriebenen Apparates, dessen ich mich behufs Demonstration der Verflüssigung der Luft bei Vorlesungen zu bedienen pflege, kann man sich leicht überzeugen, daß die Verflüssigung bloß so lange stattfindet, bis der Anfangsdruck nicht unter 80 Atm. sinkt; eine weitere Entspannung von Drucken, die niedriger sind als 80 Atm., ist ganz erfolglos. Aus der beigefügten Figur kann man ersehen, daß eben an der dem Drucke von 80 Atm. entsprechenden Stelle die Kurve eine starke Biegung aufweist und daß an dieser Stelle eine plötzliche Abnahme der Inversionstemperatur eintritt, wodurch auch der Kühlungseffekt rasch abnimmt, da die Luft sich dann immer mehr in dieser Hinsicht dem Wasserstoff nähert, dessen Inversionstemperatur sehr tief liegt.

I. Chemisches Institut der Jagellonischen Universität, Krakau.

---

50. M. J. MOROZEWICZ m. c. **O metodzie oddzielania potasu od sodu w postaci chloroplatynianów.** ***(Über die Methode der Trennung des Kaliums vom Natrium als Chloroplatinate).*** (*Sur la méthode de séparation du potassium et du sodium sous la forme de chloroplatinates*).

Die allgemein angewandte quantitative Trennungsmethode des Kaliums vom Natrium nach der klassischen Vorschrift von Fresenius [2]) beruht in kurzem auf folgenden Operationen: Die Summe der alkalischen Chloride versetzt man mit einer Menge Chloroplatinsäure ($H_2 PtCl_6$), die genügt, um Kalium und Natrium ganz in Chloroplatinate ($K_2 PtCl_6$, $Na_2 PtCl . 6H_2 O$) überzuführen. Dieses Gemenge verdampft man über dem Wasserbade bei möglichst niedriger Temperatur bis zur Sirupkonsistenz und behandelt nach-

[1]) K. Olszewski, Bull. Acad. Crac. 1902, (623).

[2]) Quant. Chem. Anal. I. 1875, S. 538. Zeitschr. f. anal. Chem. XVI, 1877, S. 63.

her mit 70 — 80 volumenprozentigem Äthylalkohol. Das Natriumplatinchlorid wie auch die gewöhnlich etwa im Überschuß vorhandene Chloroplatinsäure gehen in Lösung, wodurch das in Alkohol praktisch unlösliche Kaliumplatinchlorid durch Filtrieren von jenen abgeschieden werden kann. Das goldgelbe kristallinische Pulver ($K_2PtCl_6$), welches Fresenius mittels Lupe oder Mikroskop auf seine Reinheit hin zu untersuchen empfiehlt, trocknet man bei 130° C bis zum konstanten Gewicht, aus dem man schließlich das Quantum des Kaliumchlorids berechnet. Das Natrium bestimmt man entweder aus der Differenz oder direkt durch Reduktion des Natriumplatinchlorids, wonach das Natriumchlorid ausgelaugt und gewogen wird.

Die oben dargestellte Methode gibt ganz befriedigende Resultate, insofern wir zur Berechnung des Kaliumchlorids aus dem Kaliumplatinchlorid den Koëffizienten 0·3056, der dem Atomgewicht des Platins 197.18 [1]) entspricht, zur Anwendung bringen.

Mit der Zeit bemühte man sich, die Vorschrift von Fresenius in manchen Details zu verbessern und zu modifizieren.

Vor allem wäre die Angabe von Dr. H. Precht [2]) hervorzuheben, der auf Grund eigener Versuche absoluten Alkohol dem 80—90% vorzieht.

Precht stützt sich bei dieser Angabe, wie es scheint, weniger auf die größere Löslichkeit des Kaliumplatinchlorids in 80%-igem Alkohol [3]) als auf das Verhalten des absoluten Alkohols dem wasserfreien Natriumplatinchlorid gegenüber. Dieses ist nämlich in absolutem Alkohol sehr leicht löslich, daher findet auch die Trennung beider Chloroplatinate rascher statt.

Dupré [4]) empfiehlt statt des Äthylalkohols Methylalkohol, besonders in denjenigen Fällen, wo im Gemisch größere Mengen von Natriumplatinchlorid neben geringen Mengen Kaliumplatinchlorid enthalten sind, da das Auswaschen des Niederschlags rascher ausgeführt werden kann. Sonst sind beide Alkohole nach dem Verfasser analytisch einander beinahe gleichwertig. Die Temperatur

[1]) Vergleich: F. Dupré. Die Bestimmung des Kaliums als Kaliumplatinchlorid. Inaug.-Dissert. Halle 1893

[2]) Zeitschr. f. anal. Chem. XVIII. 1879. S. 514. Chem. Ztg. XX. 1896. S. 209.

[3]) Nach Precht beträgt die Löslichkeit des $K_2PtCl_6$ in absolutem Alkohol 1 : 42600, in 80%-igem Alkohol — 1 : 26400 (a. a. O. S. 514).

[4]) Vgl. S. 21.

beim Trocknen des Niederschlags erhöht Dupré auf 160° C. wodurch er an Zeit gewinnt.

Andere Modifikationen der Methode von Fresenius beruhen nur auf weniger wichtigen Abänderungen beim Filtrieren, Trocknen und Wägen des Niederschlags.

Am wichtigsten von allen angeführten Fragen ist ohne Zweifel die Frage nach der Konzentration des Alkohols. Die Mehrheit der Mineral-Analytiker der Gegenwart [1]) scheint sich an die ursprüngliche Vorschrift von Fresenius zu halten und zur Trennung der Chloroplatinate 80%-igen (eventuell 75 oder 85%-igen) Alkohol zu verwenden. Dagegen empfehlen andere und vor allem Prof. F. P. Treadwell [2]) in seinem bekannten Lehrbuch der analytischen Chemie auf grund der Untersuchungen von Precht und Dupré zu diesem Zwecke „absoluten Alkohol (am besten Methylalkohol)".

Angesichts solcher Meinungverschiedenheiten und in Anbetracht der Wichtigkeit der erörterten Methode für die Forschungen auf dem Gebiete der chemischen Mineralogie erschien eine nähere Aufklärung dieser Frage sehr wünschenswert. Die zu diesem Zwecke angestellten Versuche ergaben folgende Resultate:

Seit langer Zeit habe ich wahrgenommen, daß der Niederschlag von Kaliumplatinchlorid nach Abscheidung vermittels absoluten Alkohols stets einen geringen Rückstand von Natriumchlorid enthält, der erst durch Versetzen mit einigen cm³ verdünnten z. B. 80%-igen Alkohols entfernt werden konnte.

Die Verunreinigung entsteht nicht nur in den Fällen, wo wir die Chloride mit einem Quantum Chloroplatinsäure versetzen, das zur Überführung in Chloroplatinate nicht ausreicht, sondern auch dann, wo dieses Reagens in genügender Menge und sogar in Überschuß vorhanden ist und wo von der Anwesenheit eines freien, nicht gebundenen Natriumchlorids in der Lösung nicht die Rede sein kann [3]).

[1]) Vgl. z. B. P. Jannasch, Praktischer Leitf. der Gewichtsanal. 1904, S. 323. M. Dittrich, Gesteinsanalyse 1905, S. 42. H. E. Washington, Chem. Anal. of Rocks, 1904. S. 140 u. s. w. Vergl. auch. H. Neubauer, Abgekürzte Methode der Kalibestimmung, Zeitschr f. anal. Chem. XXXIX, 1900, S. 494. u. a. m.

[2]) Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. II, 1903, S. 35.

[3]) Man konnte sich davon am leichtesten in folgender Weise überzeugen. Ein Tropfen der Lösung wurde im Wasserbade verdunstet und der Rückstand mikroskopisch untersucht. Bestand dieser nur aus goldgelben Oktaëdern von Kaliumplatinchlorid und orangefärbigen, nadelförmigen Kriställchen von Natriumplatinchlo-

Entsprechende Versuche haben weiterhin gezeigt, daß auch Lösungen, die absichtlich mit $1^1/_2$ bis 2 mal größerer Menge Chloroplatinsäure als die theoretisch berechnete versetzt wurden, nach vorsichtigem Eindampfen und Behandeln mit absolutem Alkohol einen unlöslichen Rückstand gaben, in dem man mit dem Mikroskop in der Hauptmasse der Kaliumplatinchloridkristalle immer noch einzelne Körner von Natriumchlorid nachweisen konnte. Erst wenn man etwa die vierfache Menge von diesem Reagens hinzufügte, wurde ein befriedigendes Resultat erzielt, d. h. erst dann ließ sich das Kaliumplatinchlorid mittels absoluten Alkohols trennen und von Natriumchlorid befreien.

Aus den angeführten Beobachtungen folgt, daß wasserfreier Alkohol auf das Natriumplatinchlorid auch bei gewöhnlicher Temperatur nach folgendem Schema teilweise zersetzend wirkt:

$$Na_2PtCl_6 = Na_2Cl_2 + PtCl_4.$$

Eines der Zersetzungsprodukte — das Natriumchlorid — ist in absolutem Alkohol unlöslich und bleibt daher auf dem Filter samt dem gleichfalls unlöslichen Kaliumplatinchlorid zurück. Nur ein großer (z. B. ein vierfacher) Überschuß von freier Chloroplatinsäure verursacht ein konstantes chemisches Gleichgewicht, da er die Zersetzung der Verbindung $Na_2PtCl_6$ verhindert[1]).

Alkohol, der 20 Volumprozente Wasser enthält, verursacht die obige Zersetzung nicht und ergibt ganz reines Kaliumplatinchlorid.

Zur quantitativen Aufklärung der angeführten Verhältnisse wurden folgende Versuche angestellt:

0·8407 gr NaCl + 0·3825 gr KCl wurden in 250 cm³ Wasser gelöst. Von dieser Lösung wurden 3 Proben à 50 cm³ (=0·2446 gr genommen und zur Trennung der beiden Chloroplatinate wurde im ersten Falle 80%-iger, im zweiten 90%-iger und im dritten absoluter Alkohol angewendet. Man erhielt:

rid, so konnten wir sicher annehmen, daß das Reagens ($H_2PtCl_6$) in genügender Menge zugesetzt wurde, falls aber außer den obgenannten Kristallen auch farblose Würfelchen von Natriumchlorid sichtbar waren, so war der Reagenszusatz zu knapp.

[1]) Precht konstatierte die Zersetzung des Natriumplatinchlorids in heißer Alkohollösung bei Anwesenheit von Äther (a. a. O. S. 515). Dupré (l. c.) erwähnt auch die Zersetzung des Platinchlorids bei gewöhnlicher Temperatur in Äthylalkohol, führt aber keine näheren Beweise an.

1) $K_2PtCl_6$ = 0·2511 gr;
KCl = 0·0767 gr = 31·36%, anstatt theor. 31·27% (+0·09%)

2) $K_2PtCl_6$ = 0·2578 gr;
KCl = 0·0789 gr = 32·06%, anstatt theor. 31·27% (+0·79%)

3) $K_2PtCl_6$ = 0·2590 gr;
KCl = 0·0792 gr = 32·38%, anstatt theor. 31·27% (+1·11%).

Die teilweise Zersetzung des Natriumplatinchlorids bei Anwendung von 90%-igem und von absolutem Alkohol beeinträchtigt in unvorteilhafter Weise die Genauigkeit der Resultate, da sie ein Plus zur Folge hat, welches weit außerhalb der Grenzen der analytisch zulässigen Versuchsfehler liegt. Es ist hier zu bemerken, daß bei allen drei Proben überschüssige Chloroplatinsäure zur Anwendung gelangte, und zwar je 15 $cm^3$ einer 5%-igen Lösung anstatt 12·5 $cm^3$, wie theoretisch berechnet wurde. Die Anwesenheit einer Beimengung von Natriumchlorid im gewogenen Kaliumplatinchlorid wurde mikroskopisch nur in der 2-ten und 3-ten Probe konstatiert.

Der 80%-ige Alkohol hat noch diesen ökonomisch wichtigen Vorzug, daß er den Zusatz von überschüssiger $H_2PtCl_6$ nicht erfordert, deren Zubereitung sehr zeitraubend ist. Man kann sich mit der theoretischen oder sogar mit noch geringerer Menge ruhig begnügen, ohne ungünstige Resultate befürchten zu müssen.

Um die Richtigkeit dieser Behauptungen zu beweisen, führe ich folgende drei bei Benützung von 80%-igem Alkohol ausgeführten Bestimmungen an:

1) 0·2039 gr NaCl + KCl gaben 0·3354 gr $K_2PtCl_6$;
0·1026 gr KCl = 50·32%

2) 0·2030 gr NaCl + KCl gaben 0·3345 gr $K_2PtCl_6$;
0·1022 gr KCl = 50·34%

3) 0·2055 gr NaCl + KCl gaben 0·3383 gr $K_2PtCl_6$;
0·1033 gr KCl = 50·30%.

Trotzdem man zur ersten Probe nur 7 $cm^3$ einer 10%-igen Lösung von $H_2PtCl_6$ (anstatt der theoretisch notwendigen 7·2 $cm^3$), zur zweiten 10 $cm^3$ und zur dritten 14 $cm^3$ verbraucht hatte, gelangte man zu ganz übereinstimmenden Resultaten.

Bei Benützug von absolutem Alkohol stimmen die Resultate weniger gut überein. Die drei folgenden Bestimmungen an derselben

Mischung bei Zusatz von je 15 cm³ $H_2PtCl_6$ (d h. zweimal soviel. als theoretisch berechnet wurde) ergaben folgendes Resultat:

4) 0·2038 gr $NaCl + KCl$; 0·3382 gr $K_2PtCl_6$;
0·1036 gr $KCl = 50{\cdot}71\%$

5) 0·2031 gr $NaCl + KCl$; 0·3364 gr $K_2PtCl_6$;
0·1028 gr $KCl = 50{\cdot}66\%$

6) 0·2058 gr $NaCl + KCl$; 0·3425 gr $K_2PtCl_6$;
0·1047 gr $KCl = 50{\cdot}86\%$.

Die Trennung bei Benützung von absolutem Alkohol ist also nicht nur weniger genau, sondern auch weniger ökonomisch, wogegen wir bei 80%-igem Alkohol bedeutende Ersparnisse an Chloroplatinsäure machen.

Um noch zu beweisen, daß ein kleines Minus von Chloroplatinsäure die Genauigkeit der Bestimmung bei gleichzeitiger Benützung von 80%-igem Alkohol nicht beeinträchtigt, wurden noch folgende Versuche angestellt.

Ein Gemenge angeschmolzener Salze, das aus 1·4191 gr NaCl und 1·2524 gr KCl (zusammen 2·6715 gr) bestand, das also 46·88% KCl enthielt, wurde in 250 cm³ gelöst. Drei Proben dieser Lösung zu je 50 cm³ wurden mit je 9 cm³ einer 21%-igen Chloroplatinsäure anstatt der theoretisch nötigen 9·2 cm³ versetzt. Die Resultate waren folgend:

1) 0·5395 gr $NaCl + KCl$; 0·8266 gr $K_2PtCl_6$;
0·2526 gr $KCl = 46{\cdot}80\%$ (— 0·08%)

2) 0·5393 gr $NaCl + KCl$; 0·8226 gr $K_2PtCl_6$;
0·2520 gr $KCl = 46{\cdot}73\%$ (— 0·15%)

3) 0·5383 gr $NaCl + KCl$; 0·8254 gr $K_2PtCl_6$;
0·2522 gr $KCl = 46{\cdot}86\%$ (— 0·02%).

Die Reinheit des Kaliumplatinchlorids wurde jedesmal mikroskopisch konstatiert, der Niederschlag bei 130—135° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und in einer Platinschale gewogen. Das Mittel der Bestimmungsfehler beträgt also — 0·08%, und wenn wir nur die zwei sich näher stehenden Resultate (das erste und das dritte) berücksichtigen, verringert sich der Fehler bis zu — 0·05%, was sogar einem sehr anspruchsvollen Analytiker genügen muß.

Aus den obigen Versuchen läßt sich folgern, daß bei Abscheidung des Kaliums vom Natrium in Form von Chloroplatinaten die ursprüng-

liche Vorschrift von Fresenius, der 80%-igen Alkohol empfiehlt, entschieden vorzuziehen ist. Eine größere Löslichkeit des Kaliumplatinchlorids ist nicht zu befürchten, wenn zur einmaligen Operation der Trennung 50—80 $cm^3$ der Waschflüssigkeit zur Anwendung kommen, was in den meisten Fällen ganz hinreichend ist. Der dadurch verursachte Verlust zeigt sich erst in den Hundertsteln der Prozente, was für die gewöhnliche analytische Praxis fast belanglos ist. Sonst kann man in Fällen, wo es sich um besondere Genauigkeit handelt, immer den Löslichkeits-Koëffizienten des Kaliumplatinchlorids berücksichtigen, der nach Precht 1 gr Salz auf 26400 gr 80-gewichtsprozentigen Alkohols beträgt.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen wollen wir nochmals in folgenden drei Punkten kurz zusammenfassen:

1. Die Anwendung von wasserfreiem (absolutem) Alkohol zur Trennung des Kaliums vom Natrium als Chloroplatinate ist nicht angezeigt, da dieses Reagens ($C_2H_5 . OH$) eine teilweise Zersetzung des Natriumplatinchlorids ($Na_2PtCl_6$) in das lösliche Platinchlorid und in das unlösliche Natriumchlorid bewirkt. Das letztere verunreinigt den Kaliumplatinchloridniederschlag ($K_2PtCl_6$), wodurch zu hohe Zahlen resultieren. Nur ein großer (etwa 4-facher) Überschuß von Chloroplatinsäure ($H_2PtCl_6$) kann diesem Mißstand vorbeugen.

2. 80%-iger Alkohol gibt praktisch ganz befriedigende Resultate. Außerdem spart man an Reagentien, besonders an der teueren Chloroplatinsäure, die in theoretisch berechneter oder sogar in noch geringerer Menge zugesetzt werden kann, wodurch gleichzeitig das Auswaschen des Filters beim Filtrieren des Niederschlags ($K_2PtCl_6$) erleichtert wird.

3. Das Polarisationsmikroskop leistet uns bei dieser, wie auch bei vielen anderen Methoden hervorragende Dienste, und zwar nicht nur bei der Prüfung der Reinheit des Niederschlags ($K_2PtCl_6$) oder der analysierten Summe der alkalischen Chloride ($KCl + NaCl$), sondern auch dann, wenn es sich um Feststellung der Tatsache handelt, ob diese Summe mit einer genügenden Menge Chloroplatinsäure versetzt worden ist, um die Chloride in Chloroplatinate überzuführen [1]).

[1]) In bezug auf die Bemerkung (Seite 798) ist noch hinzuzufügen, daß die Reinheit der Summe der Chloride ($KCl + NaCl$) am leichtesten folgendermaßen festgestellt wird. Ein Tropfen der wässerigen Lösung wird im Wasserbade bei

niedriger Temperatur eingedampft und der kristallinische Rückstand unter dem Polarisationsmikroskop untersucht. Falls die Lösung nur Kalium- und Natriumchlorid enthält, besteht der ausgetrockene Rückstand nur aus kleinen Würfeln dieser Salze, welche als isotrope Körper auf das polarisierte Licht nicht reagieren. Dagegen verraten kleine Beimengungen von Chloriden oder Sulfaten alkalischer Erden ihre Anwesenheit in dem Rückstand durch entsprechende Doppelbrechung, welche sofort konstatiert werden kann.

Aus dem mineralogischen Institut der Jagell. Univ. in Krakau.

---

51. M. S. ZAREMBA m. c. **Funkcye Greena i niektóre zastosowanie tej funkcyi.** ***(Sur la fonction de Green et quelques-unes de ses applications).***

## I. Introduction.

§ 1. J'ai été amené, à l'occasion de recherches relatives à une classe d'équation aux dérivées partielles du 4-me ordre, recherches dont je compte publier les résultats dans un mémoire ultérieur, à établir une série de propriétés de la fonction de Green. Ces propriétés de la fonction de Green étant susceptibles d'applications variées et importantes, il m'a semblé utile de leur consacrer un mémoire spécial.

Les théorèmes que j'ai en vue sont, pour la plupart, extrêmement vraisemblables à priori. A cause de cela, il n'y a intérêt à en faire l'objet d'une étude particulière qu'à la condition de présenter des démonstrations parfaitement rigoureuses ne laissant subsister aucune trace de doute. Si, comme je l'espère, j'ai réussi à satisfaire complètement à cette condition, on m'excusera sans doute d'avoir donné quelquefois un peu trop de développement peut-être à mon exposition.

§ 2. Nous nous proposons d'étudier la fonction de Green relative à l'équation aux dérivées partielles, à deux variables indépendantes de la forme suivante:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - m^2 u = 0 . \qquad (1)$$

où $m$ représente un nombre réel et non négatif. En posant, suivant l'usage,

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} .$$

nous écrirons l'équation (1) ainsi:

$$\Delta u - m^2 u = 0.$$

Pour éviter tout malentendu, il est nécessaire de définir le sens que nous allons donner au terme „fonction de Green“. A cet effet, considérons dans le plan $n$ lignes formées

(2) $$(S_1), (S_2), \ldots (S_n)$$

et supposons: 1⁰ que chacune d'elles considérée isolément, partage le plan précisément en deux régions connexes dont elle serait la frontière commune: 2⁰ qu'aucune des lignes précédentes n'ait un point commun avec une autre d'entre elles. Le plan sera évidemment partagé par l'ensemble des lignes (2) en $n+1$ régions.

Aucune des lignes (2) n'ayant de points situés à l'infini, il n'y aura parmi les régions (2) qu'une seule région $(R_0)$ s'étendant à l'infini. Nous l'appellerons la région infinie et nous diviserons les $n$ autres régions en catégories de la façon suivante: toute région contiguë à la région $(R_0)$ sera dite de première catégorie, toute région autre que $(R_0)$ et contiguë à une région de première catégorie sera dite de seconde catégorie; enfin, d'une manière générale, toute région contiguë à une région de catégorie $k$ sans être elle-même une région de catégorie $k-1$ sera dite de catégorie $k+1$.

Cela posé, nous dirons que les lignes formées (1) sont des branches différentes d'une même ligne formée non connexe; convenons une fois pour toutes de désigner cette ligne non connexe par le symbole $(S)$.

Nous dirons, en outre, que l'ensemble des régions de catégories impaires constitue le domaine intérieur $(D)$, et que l'ensemble des autres régions, y compris la région infinie $(R_0)$, constitue le domaine extérieur $(D')$. Le sens que nous venons de donner aux symboles $(S)$, $(D)$ et $(D')$ leur sera conservé dans toute l'étendue de ce mémoire. Les points angulaires que pourront avoir les branches de la ligne $(S)$ s'appelleront „sommets“.

Cela posé, pour définir la fonction de Green relative à l'équation (1) et au domaine $(D)$, rapportons le plan de la ligne $(S)$ à un système de coordonnées rectangulaires $(x, y)$, envisageons deux points $A$ et $B$ situés à l'intérieur du domaine $(D)$, désignons par $r$ la distance de ces points et considérons la fonction $G(A, B, m^2)$ des coordonnées des points $A$ et $B$ et du paramètre $m^2$, fonction qui,

considérée comme fonction des coordonnées du point $B$ jouit des propriétés suivantes:

1⁰ Cette fonction vérifie, dans tout le domaine $(D)$ sauf en $A$, l'équation aux dérivées partielles suivantes:

$$\varDelta G - m^2 G = 0.$$

2⁰ La somme:

$$G(A, B, m^2) + \frac{1}{2\pi} \log r$$

est continue dans le voisinage du point $A$.

3⁰ Le point $A$ étant fixe à l'intérieur du domaine $(D)$, la fonction $G(A, B, m^2)$ tend uniformément vers zéro lorsque la plus courte distance du point $B$ à la frontière $(S)$ du domaine $(D)$ tend vers zéro.

La fonction $G(A, B, m^2)$ que nous venons de définir sera la fonction de Green relative à l'équation (1) et au domaine $(D)$.

Nous adopterons la même définition pour la fonction de Green relative au domaine $(D')$ extérieur à la ligne $(S)$ en la complétant toutefois au moyen de la condition additionnelle suivante: lorsque le point $B$ s'éloigne indéfiniment, le point $A$ restant fixe à l'intérieur du domaine $(D')$ la fonction de Green $G(A, B, m^2)$ reste bornée [1]).

§ 3. La fonction de Green existe; la définition du paragraphe précédent la détermine sans ambiguïté; cette fonction ne prend, à l'intérieur du domaine auquel elle se rapporte, que des valeurs réelles et non négatives; elle admet une dérivée déterminée par rapport à la normale à la ligne $(S)$; elle est symétrique par rapport aux deux points dont elle dépend; enfin la fonction de Green est, à l'intérieur du domaine auquel elle se rapporte, une fonction analytique des coordonnées de ces deux points [2]). Bien que les propositions précédentes soient classiques, au moins en ce qui concerne la fonction de Green relative à l'équation de Laplace, il ne semble pas que l'on puisse les regarder toutes comme démontrées rigoureu-

[1]) On verra un peu plus bas qu'en réalité, dans les conditions considérées, la fonction $G(A, B, m^2)$ tend uniformément vers une constante qui n'est différente de zéro que pour $m = 0$.

[2]) Voir les travaux de M. Liapounoff, M. Korn, M. Stekloff, M. Lauricella et les miens publiés dans divers recueils depuis 1898.

sement dans le cas où l'on se borne, comme nous le ferons, à admettre au sujet de la ligne $(S)$ les hypothèses que j'ai adoptées dans mon travail sur l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

dans le cas de deux variables indépendantes[2]).

Il n'y a certes pas de difficulté à combler cette lacune, cependant, à cause de l'importance du sujet et pour assurer une base solide aux développements ultérieurs, je crois faire oeuvre utile en reprenant rapidement la démonstration de chacun des théorèmes qui viennent d'être énoncés.

§ 4. Existence de la fonction de Green. Posons[3])

$$f(z) = -\tfrac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-\sqrt{z^2+t^2}}}{\sqrt{z^2+t^2}}\, dt \tag{3}$$

où l'on doit prendre la détermination positive du radical et considérons d'abord le domaine $(D)$ intérieur à la ligne $(S)$. Soit $A$ un point pris arbitrairement à l'intérieur du domaine $(D)$ et $B$ un point variable dans ce domaine. Désignons par $r$ la distance des points $A$ et $B$ et par $\varphi(r)$ la fonction définie par la formule

$$\varphi(r) = \frac{-1}{2\pi} f(mr)$$

lorsque $m > 0$, et par la formule

$$\varphi(r) = \frac{-1}{2\pi} \log r$$

dans le cas où $m = 0$.

Cela posé, désignons par $g(A, B, m^2)$ la fonction qui, considérée comme fonction des coordonnées du point $B$, vérifie l'équation

$$\Delta g - m^2 g = 0$$

dans toute l'étendue du domaine $(D)$ et qui, lorsque la distance du

[2]) Zaremba. Les fonctions fondamentales de M. Poincaré et la méthode de Neumann pour une frontière composée de polygones curvilignes. Journal de Mathématiques pures et appliquées, 1904, p. 396.

[3]) Loc. cit. p. 398.

point $B$ à la ligne $(S)$ tend vers zéro, tend vers la même valeur que la fonction $\varphi(r)$.

Les résultats que j'ai établis dans le mémoire cité quelques lignes plus haut, ne laissent subsister aucun doute sur l'existence de la fonction $g(A, B, m^2)$. D'autre part, il est évident que la formule

$$G(A, B, m^2) = \varphi(r) - g(A, B, m^2) \qquad (4)$$

fournit pour la fonction de Green une expression vérifiant la définition du § 2. Donc la fonction de Green relative au domaine $(D)$ intérieur à la ligne $(S)$ existe.

Passons au domaine extérieur $(D')$. Dans le cas général, lorsque $m > 0$, rien n'est à changer dans la démonstration précédente; il faut seulement ajouter à la définition de la fonction $g(A, B, m^2)$, la condition suivante: lorsque le point $B$ s'éloigne indéfiniment, la fonction $g(A, B, m^2)$ doit tendre vers zéro.

Reste à examiner le cas particulier où $m = 0$. Désignons par $O$ un point fixe choisi arbitrairement à l'intérieur du domaine $(D)$ et désignons par $\psi(A, B)$ la fonction qui, considérée comme fonction des coordonnées du point $B$ est harmonique dans le domaine $(D')$, régulière à l'infini et tend, lorsque la distance du point $B$ à la ligne $(S)$ tend vers zéro, vers une limite égale à celle de l'expression $\frac{1}{2\pi} \log \frac{OB}{AB}$. Le problème de Dirichlet extérieur relatif à la ligne $(S)$ étant possible (voir le mémoire cité plus haut), la fonction $\psi$ existera. D'ailleurs la formule

$$G(A, B) = \frac{1}{2\pi} \log \frac{OB}{AB} - \psi(A, B) \qquad (5)$$

fournit évidemment une expression de la fonction de Green demandée. En résumé, l'existence de la fonction de Green est établie complètement.

§ 5. Assurons-nous que la définition du § 2 détermine la fonction de Green complètement. Deux lemmes nous seront nécessaires.

Lemme I. Lorsqu'une fonction $u$, continue dans une aire $(\Omega)$, vérifie l'équation

$$\Delta u - m^3 u = 0,$$

où, rappelons-le, $m$ est réel, dans toute l'étendue de cette aire, sauf peut-être en un nombre limité de points $A_1, A_2 \ldots A_n$ isolés, situés

à l'intérieur de l'aire $(\Omega)$, elle vérifie forcément l'équation considérée, même en chacun de ces points.

J'ai eu l'occasion d'établir le lemme correspondant pour trois variables indépendantes (Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, 6 Février 1905, p. 94, 95 et 96). Une méthode absolument analogue est applicable au cas actuel; on n'aura qu'à remplacer la fonction

$$\frac{e^{-mr}}{r}$$

par la fonction $f(mr)$, en continuant à représenter par $f(z)$ la fonction définie par la formule (3).

Lemme II. Lorsqu'une fonction $u(B)$ des coordonnées d'un point $B$ vérifie l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

dans tout le domaine $(\Omega)$ extérieur à un cercle $(C)$ de rayon $R$ et lorsqu'elle est bornée dans ce domaine, elle tend uniformément vers une constante $c$ lorsque le point $B$ s'éloigne indéfiniment et cette constante ne peut être différente de zéro que dans le cas où la constante réelle $m$ se réduit à zéro.

On peut évidemment supposer sans nuire à la généralité, que la fonction $u$ est réelle et qu'elle est continue sur la circonférence du cercle $(C)$. Supposons qu'il en soit ainsi et considérons d'abord le cas où

$$m > 0 .$$

Désignons par $v(B)$ la fonction qui vérifie l'équation

$$\Delta v - m^2 v = 0$$

dans le domaine $(\Omega)$, qui prend sur $(C)$ les mêmes valeurs que la fonction $u$ et qui tend uniformément vers zéro lorsque le point $B$ s'éloigne indéfiniment. Posons

$$w = u - v. \tag{6}$$

La fonction $w$ jouit des mêmes propriétés générales que la fonction $u$ et de plus elle s'annule sur le cercle $(C)$. Considérons à l'intérieur du domaine $(\Omega)$ un point quelconque $B_0$. Soit $\varrho_0$ la distance de ce point au centre $O$ du cercle $(C)$. Désignons par $M$ une limite supérieure de la quantité $|w|$, par $\varrho$ la distance d'un point variable

$B$ au point $O$, centre du cercle $(C)$, par $(C_1)$ un cercle concentrique au cercle $(C)$, de rayon $R_1 > \varrho_0$, par $i$ l'unité imaginaire et considérons la fonction de Bessel $J_0(z)$. En vertu des propriétés bien connues de l'équation aux dérivées partielles

$$\Delta u - m^2 u = 0 ,$$

on aura:

$$w + M \frac{J_0(im\varrho)}{J_0(imR_1)} \geqq 0; \quad w - M \frac{J_0(im\varrho)}{J_0(imR_1)} \leqq 0 ;$$

pour toute valeur de $\varrho$ comprise dans l'intervalle $(R, R_1)$. On aura donc:

$$| w(B_0) | \leqq M \frac{J_0(im\varrho_0)}{J_0(imR_1)} .$$

Cette inégalité ayant lieu si grand que soit $R_1$, elle entraîne la conséquence suivante:

$$w(B_0) = 0 .$$

Cela prouve que la fonction $w$ est nulle identiquement. Or, cette circonstance entraîne évidemment le théorème que nous voulions établir.

Passons au cas où $m = 0$. En principe la même méthode de démonstrations restera applicable, il faudra seulement 1° au lieu d'imposer à la fonction $v$ la condition de s'annuler à l'infini lui imposer celle d'être régulière à l'infini, 2° remplacer la fonction

$$\frac{J_0(im\varrho)}{J_0(imR_1)}$$

par la fonction

$$\frac{\log \frac{\varrho}{R}}{\log \frac{R_1}{R}} .$$

En résumé, le lemme qui nous voulions démontrer est établi.

Nous voici en mesure de démontrer que la définition du § 2 détermine complètement la fonction de Green. Conservons les notations du § 2 et envisageons d'abord le domaine $(D)$ intérieur à la ligne $(S)$. Supposons que l'on ait trouvé deux expressions différen-

tes pour la fonction de Green $G(A, B, m^2)$ et désignons par $u(B)$ leur différence. La fonction $u$ s'annulera sur $(S)$ et vérifiera l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

dans tout le domaine $(D)$ sauf peut-être en $A$. En vertu du Lemme I elle vérifiera en réalité l'équation précédente même en $A$; elle sera donc nulle identiquement. Donc, dans le cas du domaine intérieur, la définition du § 2 ne laisse subsister aucune indétermination.

Passons au domaine extérieur $(D')$. Soit $u(B)$ la différence de deux expressions différentes de la fonction de Green $G(A, B, m^2)$. La fonction $u(B)$ serait bornée, elle s'annulerait sur $(S)$ et elle vérifierait l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

dans tout le domaine $(D')$ sauf peut-être en $A$. Il résulte du Lemme I que la fonction $u$ vérifiera en réalité l'équation précédente même au point $A$. D'autre part le Lemme II nous apprend ceci: lorsque le paramètre réel $m$ est différent de zéro, la fonction $u(B)$ tend uniformément vers zéro dans le cas où le point $B$ s'éloigne indéfiniment; lorsque au contraire le paramètre $m$ est nul, la fonction $u$ est régulière à l'infini. Il résulte de tout cela que la fonction $u$ est nulle identiquement.

Il est donc démontré que la définition du § 2 détermine la fonction de Green complètement.

Faisons remarquer que l'on tire immédiatement des considérations précédentes la justification de la note de la p. 805.

§ 6. La fonction de Green ne prend que des valeurs réelles et non négatives. Les expressions de cette fonction trouvées au § 4 sont réelles. Donc, eu égard au § précédent, la réalité de la fonction de Green est parfaitement évidente. Je viens de dire que cette fonction ne prend jamais de valeurs négatives. Cette proposition peut être précisée. Observons dans ce but que, dans les hypothèses où nous nous sommes placés, le domaine auquel se rapporte la fonction de Green peut n'être pas d'un seul tenant, puisqu'il peut se composer de plusieurs des régions déterminées dans le plan par les diverses branches de la ligne $(S)$. Je dis que la fonction $G(A, B, m^2)$ [je conserve les notations du § 2], considérée comme fonction des coordonnées du point $B$, reste différente de zéro et positive à l'intérieur de celle des régions précédentes à l'intérieur de laquelle se

trouve le point $A$; dans les autres, la fonction considérée est nulle. La seconde partie de cette proposition est une conséquence immédiate des propriétés élémentaires et bien connues des intégrales de l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0 .$$

Quand à la première partie, il ne sera peut-être pas superflu de l'examiner de plus près.

Désignons par $(R)$ la région dans laquelle se trouve le point $A$ et bornons-nous d'abord à nous assurer qu'à l'intérieur de cette région, la fonction $G(A, B, m^2)$ ne peut jamais devenir négative.

Lorsque le paramètre $m$ a une valeur réelle non nulle, la propriété précédente de la fonction de Green résulte immédiatement du théorème bien connu suivant: lorsqu'une fonction $u$ vérifie l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

dans une certaine aire, elle ne peut avoir à l'intérieur de cette aire, ni un maximum positif, ni un minimum négatif. Lorsque le paramètre $m = 0$, la région $(R)$ ne coïncidant pas avec la région infinie $(R_0)$, la propriété considérée de la fonction de Green est classique. Supposons donc que le point $A$ se trouve à l'intérieur de la région infinie $(R_0)$ et que l'on ait en même temps $m = 0$. Je décris un cercle $(\Sigma)$ de centre $A$ et de rayon assez petit pour que ce cercle se trouve tout entier à l'intérieur de la région $(R_0)$ et pour que de plus, sur la circonférence de ce cercle, la fonction $G(A, B, 0)$ soit constamment positive. Désignons par $(R'_0)$ la partie de la région $(R_0)$ extérieure au cercle $(\Sigma)$. Soit $(R''_0)$ la transformée par rayons-vecteurs réciproques de la région $(R'_0)$, le pôle $P$ de la transformation étant un point quelconque ne faisant partie ni de la région $(R'_0)$ ni de sa frontière.

La région $(R''_0)$ ne s'étendra pas à l'infini et, puisque la fonction de Green est régulière à l'infini, la transformée $v$ de cette fonction sera une fonction harmonique jouissant des propriétés suivantes: elle sera harmonique dans la région $(R''_0)$, elle sera positive sur la transformée de la circonférence $(\Sigma)$ et, sur les autres parties de la frontière de $(R''_0)$, elle se réduira à zéro. Donc la fonction $v$ ne deviendra jamais négative à l'intérieur de la région $(R''_0)$. Par conséquent il en sera de même de la fonction de Green à l'intérieur de la région $(R'_0)$.

On conclura immédiatement de là, en remarquant que le rayon du cercle $(\Sigma)$ peut être pris inférieur à toute longueur donnée à l'avance, que la fonction de Green ne peut en aucun point de la région $(R_0)$ prendre une valeur négative. En somme, il est prouvé que la fonction de Green ne prend une valeur négative en aucun point de la région $(R)$. Reste à établir qu'à l'intérieur de cette région, la fonction de Green est différente de zéro. A cet effet faisons la remarque suivante: soit $u$ une fonction vérifiant l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

à l'intérieur d'une certaine aire et $(C)$ un cercle de centre $O$ et le rayon $r$ situé dans cette aire; on aura pour la valeur $u\,(O)$ de la fonction $u$ en $O$, une formule de la forme

$$u\,(O) = \psi\,(r, m) \int_{(C)} u\, ds \tag{7}$$

où l'intégrale doit être prise dans le sens des arcs croissants suivant la circonférence de cercle $(C)$, la fonction $\psi\,(r, m)$, dont l'expression explicite serait très facile à écrire, étant une quantité toujours positive.

Voici ce qu'il est très aisé de conclure de la formule (7): lorsqu'une fonction $u$ ne devenant jamais négative dans une aire connexe $(\Omega)$ vérifie dans cette aire l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0\,,$$

et lorsqu'en outre cette fonction s'annule, ne fût-ce qu'en un point situé à l'intérieur de l'aire $(\Omega)$, elle est nulle identiquement à l'intérieur de cette aire.

En s'appuyant sur cette proposition, on voit de suite que, si la fonction de Green $G\,(A, B, m^2)$, considérée comme fonction des coordonnées du point $B$, s'annulait en un point de la région $(R)$ envisagée plus haut, elle se réduirait à zéro en tout point de cette région, distinct du point $A$. Or, cela est absurde. Donc la fonction de Green est différente de zéro en tout point intérieur à la région $(R)$. Par conséquent, la fonction de Green jouit bien des propriétés annoncées dans ce paragraphe.

Notons en passant que les faits établis dans ce paragraphe conduisent à la conséquence suivante: la fonction de Green relative

à l'équation de Laplace et au domaine $(D')$ extérieur à la ligne $(S)$ prend à l'infini une valeur positive différente de zéro.

§ 7. Existence de la dérivée suivant la normale et symétrie de la fonction de Green. Nous avons vu au § 4 que la détermination de la fonction de Green se ramène au Problème de Dirichlet (généralisé lorsque $m > 0$). Désignons pour un moment par $h_0$ la fonction qui représente les valeurs périphériques de la fonction demandée dans le Problème de Dirichlet.

Il est très aisé de voir que, dans le problème que l'on a à résoudre pour calculer la fonction de Green, la fonction $h_0$ jouit de la propriété suivante: le potentiel dérivant d'une double couche de densité $h_0$ possède une dérivée déterminée suivant la normale à la ligne $(S)$. Par conséquent, pour résoudre le problème, on pourra appliquer la formule (3) p. 431 de mon mémoire déjà cité à la p. 806; on devra seulement, dans le cas de l'équation de Laplace, quand il s'agira de la fonction de Green relative au domaine $(D')$ et lorsque le point $A$ se trouvera dans la région infinie $(R_0)$ prendre soin de débarrasser la formule rappelée du pôle $\lambda = -1$; on y arrivera en remplaçant la fonction $h_0$ par la différence $h_0 - c$, en désignant par $c$ une quantité, facile à déterminer, dépendant seulement de la position du point $A$; la fonction $\psi\ (A, B)$ entrant dans la formule (5) prendra alors la forme suivante:

$$\psi\ (A, B) = v + c\,,$$

où $v$ est la fonction fournie par la formule considérée plus haut pour $\lambda = -1$. D'après ce qui précède, la fonction de Green pourra être mise sous la forme d'une somme dont un terme sera une fonction possédant des dérivées finies et continues dans le voisinage de la ligne $(S)$, le second terme étant un certain potentiel $v$ de double couche. La densité de la double couche dont dérive le potentiel $v$ sera une combinaison linéaire à coefficients constants de la valeur périphérique d'un potentiel de simple couche et des valeurs périphériques intérieures et extérieures d'un potentiel $v_0$, de double couche, admettant une dérivée déterminée suivant la normale à la ligne $(S)$. En partant de ces remarques on reconnaîtra, avec un peu d'attention, que la fonction $v$ admet une dérivée déterminée suivant la normale à la ligne $(S)$; dérivée qui, considérée comme fonction de la position du pied de la normale à laquelle elle se rapporte, sera continue en chaque point

distinct des sommets de la ligne $(S)$. Il résulte de ce qui précède qu'il en sera de même de la fonction de Green elle-même. J'ajoute, qu'en s'appuyant sur les considérations qui viennent d'être exposées ainsi que sur le mémoire que j'ai eu à rappeler à plusieurs reprises, on peut aisément établir le théorème suivant: désignons par $D\,G\,(A, B, m^2)$ la dérivée de la fonction de Green par rapport à l'une quelconque des coordonnées du point $B$ et par $l$ la plus courte distance de ce point à la ligne $(S)$; il existera un nombre positif $p$ inférieur à l'unité, tel que le produit

$$(8) \qquad l^p\, D\, G\,(A, B, m^2)$$

tende uniformément vers zéro en même temps que la longueur $l$.

Ce théorème n'est pas sans intérêt parce que, dans celles des applications du théorème de Green où intervient la fonction de Green, il permet d'éviter les difficultés provenant des sommets de la ligne $(S)$. En particulier, on s'assurera aisément que le théorème précédent, joint à celui qui concerne l'existence et la continuité de la dérivée de la fonction de Green suivant la normale à la ligne $(S)$, permet de termer une forme parfaitement rigoureuse à la démonstration ordinaire de la symétrie de la fonction de Green par rapport aux coordonnées des points $A$ et $B$.

§ 8. Analyticité de la fonction de Green. Il semblerait au premier abord qu'il suffit de faire remarquer à ce sujet que l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

est de celles dont toutes les intégrales sont, comme l'a montré M. Picard, analytiques. Pour voir ce qu'il en est, désignons par $\xi$ et $\eta$ d'une part et par $x$ et $y$ d'autre part, les coordonnées des deux points dont dépend la fonction de Green et représentons cette fonction par le symbole $G\,(\xi, \eta, x, y, m^2)$. Cela posé, comme la définition de la fonction de Green implique la réalité des quatre variables $\xi$, $\eta$, $x$ et $y$, voici le seul résultat que fournit le théorème de M. Picard: si l'on attribue à l'un des deux systèmes de deux variables $\xi$, $\eta$ ou $x$, $y$ un système de valeurs réelles $(a, b)$, définissant un point $A$ situé à l'intérieur du domaine $(\Omega)$ auquel se rapporte la fonction de Green, cette fonction, considérée comme fonction des variables du second système, sera, dans le voisinage de tout point $B$ distinct de $A$ et intérieur au domaine $(\Omega)$ une fonction analytique régulière. Or, à cause de la restriction relative à la réalité

du point $(a, b)$, il ne semble pas possible d'en conclure immédiatement le théorème que nous avons en vue et dont la forme précise est la suivante: étant donné deux points réels distincts $(\xi_0, \eta_0)$ et $(x_0, y_0)$, situés à l'intérieur du domaine auquel se rapporte la fonction de Green $G(\xi, \eta, x, y, m^2)$, cette fonction sera développable en une série procédant suivant les puissances entières et positives des différences:

$$\xi-\xi_0, \ \eta-\eta_0, \ x-x_0, \ y-y_0.$$

absolument convergente, pourvu que l'on ait:

$$\begin{cases} |\xi-\xi_0| < \delta; \ |\eta-\eta_0| < \delta \\ |x-x_0| < \delta; \ |y-y_0| < \delta \end{cases} \tag{9}$$

en désignant par $\delta$ un nombre positif non nul, dépendant des positions des points $(\xi_0, \eta_0)$ et $(x_0, y_0)$.

En se reportant au § 4. on verra sans peine que le théorème précédent se ramène immédiatement au théorème suivant: désignons par $h$ la fonction représentant les valeurs périphériques de la fonction $v$ demandée dans le Problème de Dirichlet (ordinaire ou généralisé suivant la valeur de $m$) et supposons que, par rapport à deux paramètres $\xi$ et $\eta$ dont la fonction $h$ dépendrait, cette fonction soit développable en une série entière de la forme

$$h = \sum_{i, j} h_{i, j} (\xi-\xi_0)^i (\eta-\eta_0)^j \tag{10}$$

absolument et uniformément convergente sur la ligne $(S)$ et pour toutes les valeurs de $\xi$ et $\eta$ vérifiant des inégalités de la forme:

$$\begin{cases} |\xi-\xi_0| \leqq \delta_1 \\ |\eta-\eta_0| \leqq \delta_1 \end{cases} \tag{11}$$

où $\delta_1$ représente un nombre positif non nul. Dans ce cas, la fonction $v$, considérée comme fonction des paramètres $\xi$ et $\eta$ ainsi que des coordonnées $x$ et $y$, jouira de la propriété suivante, si l'on désigne par $x_0$ et $y_0$ les coordonnées d'un point intérieur au domaine auquel se rapporte le Problème de Dirichlet considéré, on pourra développer la fonction $v$ en une série entière de la forme

$$v = \sum c_{i, j, p, q} (\xi-\xi_0)^i (\eta-\eta_0)^j (x-x_0)^p (y-y_0)^q, \tag{12}$$

absolument convergente, pourvu que les varielles $\xi$, $\eta$, $x$ et $y$ vérifient des inégalités de la forme (9).

Pour établir ce théorème nous nous appuyerons sur le lemme suivant: soit $u$ une fonction bornée vérifiant l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

dans l'un des domaines $(D)$ ou $(D')$ et $(x_0, y_0)$ un point quelconque situé à l'intérieur du domaine considéré; les coefficients du développement en série suivant:

$$u = \sum b_{pq} (x - x_0)^p (\varphi - \varphi_0)^q$$

satisferont à des inégalités de la forme suivante:

$$(13) \qquad \left| b_{pq} \right| < \frac{C}{\delta_2^{p+q}} M,$$

où $C$ et $\varrho_2$ représentent des nombres positifs dépendant uniquement de la position du point $(x_0, y_0)$ par rapport à la ligne $(S)$, tandis que la lettre $M$ désigne une limite supérieure de la quantité $|u|$.

Pour établir ce lemme, décrivons du point $(x_0, y_0)$ comme centre un cercle $(\Sigma)$ de rayon $R$ assez petit pour que ce cercle se trouve tout entier à l'intérieur du domaine dans lequel on considère la fonction $u$. Cela posé, il suffit de remarquer que la fonction de Green est facile à former effectivement dans le cas du cercle et d'exprimer à l'aide de cette fonction la valeur de la fonction $u$ à l'intérieur du cercle $(\Sigma)$ au moyen des valeurs qu'elle prend sur la circonférence de ce cercle, pour arriver au lemme qu'il s'agissait d'établir. Revenons au théorème énoncé plus haut. D'après les hypothèses faites au sujet de la série (10) nous aurons

$$(14) \qquad \left| h_{i,j} \right| \leqq \frac{H}{\delta_1^{p+q}}$$

en désignant par $H$ une certaine constante positive.

Cette remarque faite, désignons par $v_{i,j}$ la solution du Problème de Dirichlet pour le domaine qui nous occupe, dans le cas où les valeurs périphériques de la fonction demandée sont représentées par la fonction $h_{i,j}$. Nous aurons:

$$(15) \qquad \left| v_{i,j} \right| \leqq \frac{H}{\delta_1^{p+q}}.$$

à cause de l'inégalité (14). On conclura aisément de là au moyen du lemme établi il y a un instant, que la fonction $v$ pourra certainement être représentée au moyen de la série (12) laquelle sera absolument convergente pour tout système de valeurs des variables vérifiant les inégalités (9), à condition de prendre pour $\delta$ le plus petit des nombres $\delta_1$ et $\delta_2$; on trouve en effet que, $\delta$ ayant cette valeur, les coefficients de la série (12) vérifient les inégalités suivantes:

$$\left| c_{i,\,j,\,p,\,q} \right| < \frac{C \,.\, H \,.\, M}{\delta^{i+j+p+q}}\,.$$

§ 9. Le sujet propre de ce mémoire consiste dans l'étude des propriétés de la fonction de Green relative au domaine $(D)$ intérieur à la ligne $(S)$. Nous admettrons, cela va sans dire, que la ligne $(S)$ vérifie les hypothèses dans lesquelles nous nous sommes placés dans les paragraphes précédents, mais, en outre, nous supposons que les „angles" de cette ligne, s'il en existe, sont saillants; en d'autres termes: si $\theta$ est l'angle, compté à l'intérieur du domaine $(D)$, formé par deux arcs concourants faisant partie de la ligne $(S)$, nous ne nous bornerons pas à supposer que l'on ait:

$$0 < \theta < 2\pi,$$

nous admettrons que

$$0 < \theta < \pi. \tag{16}$$

La méthode que nous allons appliquer repose essentiellement sur la comparaison de la fonction de Green relative au domaine $(D)$ avec la fonction de Green relative à l'équation de Laplace et au domaine extérieur à un cercle ou à un système de deux cercles ne se coupent pas. A cause de cela, nous consacrerons le chapitre suivant à la démonstration de certains théorèmes rendant possible l'application de la méthode indiquée.

## II. Théorèmes sur la fonction de Green dans des cas très particuliers.

§ 10. Considérons dans le plan deux points $A$ et $B$ extérieurs à un cercle déterminé $(C)$ de centre $O$ et de rayon $R$ ainsi que la fonction de Green $\mathcal{G}(A, B)$ relative à l'équation de Laplace et à la région du plan extérieure au cercle $(C)$. Envisageons en outre un cercle $(C')$, de rayon $R'$, supérieur à $R$, concentrique au cercle $(C)$,

supposons que les points $A$ et $B$ soient situés dans la partie du plan annulaire $(T)$ limitée par les cercles $(C)$ et $(C')$, désignons par $d\tau_B$ l'élément d'aire relatif au point $B$ et soit enfin $a$ la distance du point $A$ au centre commun des cercles $(C)$ et $(C')$. Je dis que l'on a:

$$(1) \qquad \int_{(T)} \left\{ \mathcal{G}(A, B) \right\}^2 d\tau < (a - R) \left\{ 2R + R' - R + \tfrac{1}{6} \frac{(R'-R)^2}{R} \right\}.$$

On établira aisément cette inégalité en partant de la remarque suivante: prenons le centre commun $0$ des cercles $(C)$ et $(C')$ pour pôle et le rayon $0A$ pour origine d'un système de coordonnées polaires; si l'on désigne alors par $\varrho$ et $\varphi$ le rayon-vecteur et l'angle polaire du point $B$ on aura, pour

$$\varrho < a$$

$$\mathcal{G}(A, B) = \frac{1}{2\pi} \log \frac{\varrho}{R} - \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \left\{ \left(\frac{\varrho}{a}\right)^k - \left(\frac{R^2}{a\varrho}\right)^k \right\} \cos k\varphi$$

et pour

$$\varrho > a$$

$$\mathcal{G}(A, B) = \frac{1}{2\pi} \log \frac{a}{R} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \left\{ a^k - \frac{R^{2k}}{a^k} \right\} \frac{\cos k\varphi}{\varrho^k}.$$

§ 10. Actuellement notre but consiste à mettre en évidence certaines propriétés de la fonction de Green $K(A, B)$, relative à l'équation de Laplace et au domaine extérieur à un système de deux cercles égaux $(C_1)$ et $(C_2)$ ne se coupant pas. A cet effet, nous pourrions nous servir de l'expression connue de la fonction $K(A, B)$ au moyen des fonctions $\vartheta$ de Jacobi [1]. Il sera plus simple peut-être de procéder de la façon suivante: désignons par $\mathcal{G}_1(A, B)$ la fonction de Green relative au domaine extérieur au cercle $(C_1)$ et posons

$$(2) \qquad K(A, B) = \mathcal{G}_1(A, B) - \varphi(A, B).$$

La fonction $\varphi(A, B)$ sera évidemment symétrique par rapport aux deux systèmes de variables dont l'un représente les coordonnées du point $A$ et l'autre celles du point $B$; considérée comme fonction des coordonnées de l'un des points $A$ et $B$, du point $B$ par exemple, elle sera une fonction harmonique à l'extérieur des

[1]) Voyez Weber, Partielle Differentialgleichungen I, p. 351, § 142.

cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, elle sera régulière à l'infini, elle s'annulera sur le cercle $(C_1)$ et, sur le cercle $(C_2)$, elle prendra des valeurs égales à celles de la fonction $\mathcal{G}_1\,(A, B)$.

D'après ce qui précède, pour étudier de plus près la fonction $K\,(A, B)$, il suffirait d'avoir une expression générale pour une fonction harmonique à l'extérieur des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, régulière à l'infini, s'annulant sur le cercle $(C_1)$ et se réduisant, sur le cercle $(C_2)$, à une fonction continue donnée $h$. Diverses méthodes connues permettraient de former une expression de ce genre, mais l'expression que fournit le procédé alterné de Murphy se prête le mieux aux applications que nous avons en vue.

C'est cette expression là que nous allons former plus bas. J'ajoute que, pour plus de netteté, nous allons traiter cette question facile sans rien emprunter à la théorie générale de la méthode de Murphy.

§ 11. Commençons par définir certains symboles dont nous aurons à nous servir constamment. Revenons pour un moment à la ligne $(S)$ et aux domaines $(D)$ et $(D')$ définis dans l'Introduction. Nous représenterons par $(F)_i$ et $(\Phi)_e$ les valeurs limites sur la ligne $(S)$ des fonctions $F$ et $\Phi$ définies, la première dans le domaine $(D)$ et la seconde dans le domaine $(D')$. Considérons maintenant une fonction $\psi\,(A, B, \ldots C)$ pouvant dépendre des coordonnées de plusieurs points $A, B, \ldots C$; pour représenter la dérivée de cette fonction suivant la normale à la ligne $(S)$, cette normale étant dans tous les cas dirigée vers l'intérieur du domaine $(D)$ et la dérivée en question se rapportant au cas où l'on regarde la fonction $\psi$ comme fonction des coordonnées du point $A$, nous nous servirons du symbole

$$\frac{d\psi}{dN_A}.$$

Ce symbole ne permet pas de distinguer la dérivée, suivant la normale, relative au domaine $(D)$ de celle qui se rapporte au domaine $(D')$. Malgré cela nous nous servirons du symbole précédent parce que, dans les applications que nous aurons à en faire, aucun malentendu ne sera à redouter.

§ 12. Voici maintenant quelques remarques concernant un potentiel logarithmique $v$ dérivant d'une double couche de densité $\frac{-h}{\pi}$, portée par un cercle de centre $O$ et de rayon $R$. Nous aurons pour

la valeur $v$ $(B)$ de la fonction $v$ en un point quelconque $B$ du plan l'expression suivante:

$$v(B) = \frac{-1}{\pi} \int_{(C)} h(A) \frac{\cos \gamma}{AB} ds_A \tag{3}$$

en désignant: par $A$ un point situé sur la circonférence du cercle $(C)$ par $ds_A$ l'élément correspondant de l'arc de ce cercle, par $h$ $(A)$ la valeur de la fonction $h$ au point $A$ et par $\gamma$ l'angle des directions $AO$ et $AB$.

D'après les conventions du paragraphe précédent, nous pourrons écrire la formule (3) de la façon suivante:

$$v(B) = \frac{1}{\pi} \int_{(C)} h(A) \frac{d \log \overline{AB}}{dN_A} ds_A . \tag{4}$$

D'ailleurs un théorème classique donne:

$$(v)_e = h - \frac{1}{2\pi R} \int_{(C)} h \, ds \tag{5}$$

$$(v)_i = - h - \frac{1}{2\pi R} \int_{(C)} h \, ds \tag{6}$$

en supposant, comme nous le ferons, que la fonction $h$ soit continue, posons

$$\sigma = h - \frac{1}{2\pi R} \int_{(C)} h \, ds \tag{7}$$

$$u = \frac{-1}{\pi} \int_{(C)} \sigma \frac{\cos \gamma}{AB} ds_A . \tag{8}$$

Nous aurons

$$\int_{(C)} \sigma \, ds = 0 , \tag{9}$$

$$(u)_e = \sigma \tag{10}$$

$$(u)_i = - \sigma . \tag{11}$$

Les relations (5), (7) et (10) donnent

$$v = u , \tag{12}$$

à l'extérieur du cercle $(C)$.

Posons

$$OB = \varrho, \quad AB = r,$$

nous aurons:

$$\frac{\cos\gamma}{AB} = \frac{R^2 - \varrho^2}{2Rr^2} + \frac{1}{2R}. \tag{13}$$

Par conséquent, en tenant compte de (9), on déduira de (8) la formule:

$$u(B) = \frac{1}{2\pi R}\int_{(C)} \sigma \frac{\varrho^2 - R^2}{r^2} ds.$$

En se reportant de nouveau à la relation (9), on verra que la formule précédente peut être remplacée par la formule suivante:

$$u(B) = \frac{1}{2\pi R}\int_{(C)} \sigma \left\{ \frac{\varrho^2 - R^2}{r^2} - \frac{\varrho - R}{\varrho + R} \right\} ds. \tag{14}$$

Supposons que l'on ait:

$$\varrho > R, \tag{15}$$

on aura, à cause de la relation:

$$\int_{(C)} \frac{\cos\gamma}{AB} ds = 0$$

et de l'égalité (13):

$$\int_{(C)} \frac{\varrho^2 - R^2}{r^2} ds = 2\pi R.$$

En s'appuyant sur cette relation, ainsi que sur ce que l'inégalité (15) entraîne l'inégalité:

$$\frac{\varrho^2 - R^2}{r^2} - \frac{\varrho - R}{\varrho + R} \geqq 0,$$

on déduira de l'équation (14) les inégalités suivantes:

$$\left. \begin{array}{l} u > \dfrac{2R}{\varrho + R} \mathcal{S}' \\ u < \dfrac{2R}{\varrho + R} \mathcal{S}'', \end{array} \right| \tag{16}$$

où $\mathcal{S}'$ et $\mathcal{S}''$ représentent les bornes inférieure et supérieure de la fonction $\sigma$. Bien entendu ces inégalités ne sont valables qu'à l'extérieur du cercle $(C)$.

D'ailleurs, à l'extérieur du cercle $(C)$ on a la relation (12).

Par conséquent, à l'extérieur du cercle $(C)$, les inégalités (16) équivalent aux inégalités suivantes:

$$(17) \qquad \left\{ \begin{array}{l} v(B) > \dfrac{2R}{\varrho + R} \mathcal{S}' \\ v(B) < \dfrac{2R}{\varrho + R} \mathcal{S}''. \end{array} \right.$$

Faisons maintenant les remarques suivantes: 1° Il résulte de la relation (9) que l'on a

$$\mathcal{S}' < 0 < \mathcal{S}''$$

donc

$$\mathcal{S}' < \mathcal{S}'' - \mathcal{S}'$$

$$\mathcal{S}'' < \mathcal{S}'' - \mathcal{S}';$$

2° Il résulte de l'équation (7) que l'on a:

$$\mathcal{S}'' - \mathcal{S}' = H'' - H'$$

en désignant par $H'$ et $H''$ les bornes inférieure et supérieure de la fonction $h$.

En s'appuyant sur ces remarques, on tirera aisément des inégalités (17) les conclusions suivantes: lorsque le point $B$ se déplace de façon que la distance $\varrho$ de ce point au centre $O$ du cercle $(C)$ ne cesse jamais de satisfaire à l'inégalité:

$$(18) \qquad \varrho \geqq L,$$

où $L$ est une longueur vérifiant l'inégalité:

$$(19) \qquad L \geqq R$$

on a d'une part:

$$(20) \qquad |v(B)| < \frac{2R}{L+R}(H'' - H')$$

et d'autre part:

$$(21) \qquad V'' - V' < \frac{2R}{L+R}(H'' - H'),$$

en désignant par $V'$ et $V''$ les bornes inférieure et supérieure de la fonction $v(B)$ dans la région du plan définie par l'inégalité (18).

§ 13. Considérons deux cercles égaux $(C_1)$ et $(C_2)$ de rayon $R$, situés dans le plan extérieurement l'un à l'autre. Désignons par $O_1$ et $O_2$ les centres de ces cercles, par $O$ le milieu du segment $\overline{O_1 O_2}$ et par $A_1$ et $A_2$ les points-limites du faisceau dont font partie les cercles considérés, le point $A_1$ étant intérieur au cercle $(C_1)$ et le point $A_2$ au cercle $(C_2)$. Posons

$$O A_1 = O A_2 = a$$
$$O O_1 = O O_2 = b$$

désignons ensuite par $2\alpha$ l'angle sous lequel chacun des deux cercles est vu du point $O$ et par $l$ le minimum de distance de deux points situés l'un sur le cercle $(C_1)$ et l'autre sur le cercle $(C_2)$.

Nous aurons:

$$a = b \cos \alpha \tag{22}$$

$$R = b \sin \alpha \tag{23}$$

$$l = 2b(1 - \sin \alpha). \tag{24}$$

Si l'on désigne par $r_1$ et $r_2$ les distances d'un point variable $B$ aux points $A_1$ et $A_2$, par $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)_{c_1}$ la valeur du rapport $\frac{v_1}{v_2}$ lorsque $B$ vient sur le cercle $(C)$ et par $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)_{c_2}$ celle qu'il prend lorsque $B$ vient sur $(C_2)$, on aura:

$$\left(\frac{r_1}{r_2}\right)_{c_1} = \frac{\cos\alpha + \sin\alpha - 1}{\cos\alpha - \sin\alpha + 1}, \tag{25}$$

$$\left(\frac{r_1}{r_2}\right)_{c_2} = \frac{\cos\alpha - \sin\alpha + 1}{\cos\alpha + \sin\alpha - 1}. \tag{26}$$

Cela posé, cherchons une fonction harmonique à l'extérieur des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, régulière à l'infini, se réduisant à une fonction continue donnée $h$ sur le cercle $(C_2)$ et à zéro sur le cercle $(C_1)$.

A cet effet considérons une suite infinie

$$v_0;\ v_1;\ v_2, \ldots \tag{27}$$

de potentiels logarithmiques dérivant de doubles couches portées

alternativement par le cercle $(C_2)$ et par le cercle $(C_1)$ en ayant soin de définir ces potentiels au moyen des équations suivantes:

(28) $$(v_0)_e - (v_0)_i = 2\,h$$

(29) $$(v_{2k+1})_e - (v_{2k+1})_i = 2\,(v_{2k})_1 \qquad (k = 0, 1, 2 \ldots)$$

(30) $$(v_{2k+2})_e - (v_{2k+2})_i = 2\,(v_{2k+1})_2 \qquad (k = 0, 1, 2 \ldots),$$

où $(v_{2k})_1$ et $(v_{2k+1})_2$ représentent les fonctions auxquelles se réduisent: le potentiel $v_{2k}$ sur le cercle $(C_1)$ et le potentiel $v_{2k+1}$ sur le cercle $(C_2)$.

Désignons par $H'$ et $H''$ les bornes inférieure et supérieure de la fonction $h$, par $V'_{2k}$ et $V''_{2k}$ les bornes inférieure et supérieure des valeurs de la fonction $v_{2k}$ sur le cercle $(C_1)$, enfin par $V'_{2k+1}$ et $V''_{2k+1}$ les bornes inférieure et supérieure des valeurs de la fonction $v_{2k+1}$ sur le cercle $(C_2)$. Une application facile de l'inégalité (21) nous donnera:

$$V''_0 - V'_0 < \frac{R}{b}\,(H'' - H'),$$

$$V''_{i-1} - V'_{i-1} < \frac{R}{b}\,(V''_{i-2} - V'_{i-2}), \qquad (i = 2, 3, 4 \ldots)$$

d'où

(30 a) $$V''_{i-1} - V'_{i-1} < \left(\frac{R}{b}\right)^i (H'' - H').$$

On conclura de là, en s'appuyant sur l'inégalité (20), après y avoir posé $L = R$, que l'on a:

(31) $$|v_i| < \left(\frac{R}{b}\right)^i (H'' - H') \qquad (i = 0, 1, 2, 3 \ldots).$$

Par conséquent, si l'on pose

(32) $$v = \sum_{i=0}^{\infty} (-1)^i\, v_i\,,$$

la série du second membre sera absolument et uniformément convergente dans toute la région du plan extérieure aux cercles $(C_1)$ et $(C_2)$.

Donc, dans cette région du plan, la somme $v$ de la série précédente sera une fonction harmonique régulière à l'infini. Désignons

par $(v)_{c_1}$ et $(v)_{c_2}$ les fonctions représentant les valeurs périphériques de la fonction $v$ relatives aux cercles $(C_1)$ et $(C_2)$ et posons:

$$\left.\begin{aligned} B_1 &= \frac{1}{2\pi R}\int_{(C_1)} \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (v_{2k})_1 \right\} ds \\ B_2 &= \frac{1}{2\pi R}\int_{(C_2)} \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (v_{2k+1})_2 \right\} ds + \frac{1}{2\pi R}\int_{(C_2)} h\, ds \,. \end{aligned}\right| \tag{33}$$

Nous aurons:

$$(v)_{c_1} = B_1$$

$$(v)_{c_2} = h - B_2 \,.$$

En se reportant aux équations (25) et (26), on conclura du résultat précédent que la fonction $u$, harmonique à l'extérieur des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, régulière à l'infini, s'annulant sur le cercle $(C_1)$ et se réduisant à la fonction donnée $h$ peut être représentée par la formule suivante:

$$u = v - B_1 + (B_1 + B_2)\, Q \,, \tag{34}$$

en posant

$$Q = \frac{\log\left(\frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{\cos\alpha + \operatorname{Sin}\alpha - 1}{\cos\alpha - \operatorname{Sin}\alpha + 1}\right)}{\log\left(\frac{\cos\alpha + \operatorname{Sin}\alpha - 1}{\cos\alpha - \operatorname{Sin}\alpha + 1}\right)^2} \,. \tag{35}$$

Montrons, en vue d'applications ultérieures, que la constante $B_1 + B_2$ peut aisément être calculée directement sans recourir aux séries (33). A cet effet faisons la remarque suivante: si l'on désigne par $w$ un potentiel logarithmique dérivant d'une double couche portée par une ligne située toute entière à l'intérieur d'une courbe fermée $(\Sigma)$, on a:

$$\int_{(\Sigma)} \frac{dw}{dN}\, ds = 0 \,,$$

où le symbole $\frac{dw}{dN}$ représente la dérivée de la fonction $w$ prise suivant la normale à la ligne $(\Sigma)$ et où $ds$ représente un élément d'arc de cette ligne.

Cela posé, considérons dans le faisceau dont font partie les cer-

cles $(C_1)$ et $(C_2)$ deux autres cercles $(C'_1)$ et $(C'_2)$ tels que le cercle $(C_1)$ soit intérieur au cercle $(C'_1)$ et $(C_2)$ au cercle $(C'_2)$; les cercles $(C'_1)$ et $(C'_2)$ seront évidemment extérieurs l'un à l'autre.

Posons ensuite

$$\psi = \frac{1}{2\pi} \log \frac{r_1}{r_2} \, ;$$

en représentant, comme dans la formule (35) par $r_1$ et $r_2$ les distances d'un point variable aux points limites du faisceau déterminé par les cercles $(C_1)$ et $(C_2)$. La formule (35) donnera:

$$\int\limits_{(C_1')} \frac{d\psi}{dN} u \, ds'_1 + \int\limits_{(C_2')} \frac{d\psi}{dN} u \, ds'_2 = \int\limits_{(C'_1)} \frac{d\psi}{dN} v \, ds'_1 +$$

(36)
$$+ \int\limits_{(C'_2)} \frac{d\psi}{dN} v \, ds'_2 - B \left\{ \int\limits_{(C'_1)} \frac{d\psi}{dN} ds'_1 + \int\limits_{(C'_2)} \frac{d\psi}{dN} ds'_2 \right\} +$$

$$+ (B_1 + B_2) \left\{ \int\limits_{(C'_1)} \frac{d\psi}{dN} Q \, ds'_1 + \int\limits_{(C'_2)} \frac{d\psi}{dN} Q \, ds'_2 \right\}$$

où l'on a désigné: par $ds'_1$ l'élément d'arc du cercle $(C'_1)$, par $ds'_2$ l'élément d'arc du cercle $(C_2)$ et par $\frac{d}{dN}$ la dérivation suivant la normale intérieure au cercle $(C'_1)$ ou au cercle $(C'_2)$ suivant que l'on considère une intégrale prise suivant la circonférence de cercle $(C'_1)$ ou la circonférence de cercle $(C'_2)$.

Le théorème de Green donne:

$$\int\limits_{(C'_1)} \frac{d\psi}{dN} v \, ds'_1 + \int\limits_{(C'_2)} \frac{d\psi}{dN} v \, ds'_2 = \int\limits_{(C'_1)} \psi \frac{dv}{dN} ds'_1 + \int\limits_{(C'_2)} \psi \frac{dv}{dN} ds'_1 \, .$$

Or, la fonction $\psi$ acquiert des valeurs constantes sur les cercles $(C'_1)$ et $(C'_2)$ et d'autre part on verra, en tenant compte de la remarque faite plus haut que l'on a:

$$\int\limits_{(C'_1)} \frac{dv}{dN} ds'_1 = \int\limits_{(C'_2)} \frac{dv}{dN} ds'_2 = 0 \, .$$

On a donc:

$$\int\limits_{(C'_1)} \frac{d\psi}{dN} v \, ds'_1 + \int\limits_{(C'_2)} \frac{d\psi}{dN} v \, ds'_2 = 0 \, .$$

On a en outre évidemment:

$$\int_{(C'_1)} \frac{d\psi}{dN} ds'_1 + \int_{(C'_2)} \frac{d\psi}{dN} ds'_1 = 0 .$$

Par conséquent l'équation (36) se réduit à la suivante:

$$\int_{(C'_1)} \frac{d\psi}{dN} u\, ds'_1 + \int_{(C'_2)} \frac{d\psi}{dN} u\, ds'_2 = (B_1 + B_2) \left\{ \int_{(C'_1)} \frac{d\psi}{dN} Q\, ds'_1 + \int_{(C'_2)} \frac{d\psi}{dN} Q\, ds'_2 \right\}$$

Faisons tendre le cercle $(C'_1)$ vers le cercle $(C_1)$ et le cercle $(C'_2)$ vers le cercle $(C_2)$. En passant aux limites nous trouverons:

$$B_1 + B_2 = \int_{(C_2)} h \frac{d\psi}{dN} ds . \qquad (37)$$

§ 14. Avant de nous servir de la formule (34) pour former la fonction de Green relative à la région du plan extérieure aux cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, nous allons en tirer quelques conséquences qui nous seront utiles plus tard.

Supposons que la fonction $h$, laquelle est une fonction périodique donnée de période $2\pi R$ de l'arc $s$ du cercle $(C_2)$, dépende encore d'un paramètre $t$ et admette, par rapport à ce paramètre une dérivée déterminée $\frac{\partial h}{\partial t}$, fonction continue par rapport aux variables $s$ et $t$ pour toutes les valeurs de $s$ et pour les valeurs de $t$ comprises dans un certain intervalle $(t_1, t_2)$. On conclura de suite de la formule (34) que, pour toute valeur de $t$ appartenant à l'intervalle $(t_1, t_2)$, la fonction $u$ admettra, par rapport à ce paramètre une dérivée déterminée $\frac{\partial u}{\partial t}$ qui, considérée comme fonction des coordonnées $x$ et $y$ sera identique à la fonction en laquelle se transforme la fonction $u$ quand on remplace la fonction $h$ par la fonction $\frac{\partial h}{\partial t}$.

Considérons la fonction $v$ définie par l'équation (32). Si l'on représente la différence $v - v_0$ au moyen de deux potentiels dérivant de doubles couches portées par les cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, la densité de chacune de ces doubles couches considérée comme fonction de l'arc du cercle qui la porte sera évidemment une fonction analy-

tique régulière pour toute valeur réelle de l'arc. Par conséquent la fonction $v-v_0$ jouira de la propriété suivante: si l'on convient de représenter par $D^{(n)} F$ l'une quelconque des dérivées d'un ordre quelconque $n$ d'une fonction $F$ des coordonnées rectangulaires $x$, $y$ d'un point variable $B$, la dérivée $D^{(n)}(v-v_0)$ qui, manifestement sera une fonction harmonique à l'extérieur des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$ et régulière à l'infini, admettra, par rapport aux cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, des valeurs périphériques qui constitueront des fonctions continues sur la circonférence de chacun des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$. En s'appuyant sur cette remarque, on tirera immédiatement de la formule (34) les conclusions suivantes:

1° La fonction $D^{(n)} u$, évidemment harmonique à l'intérieur des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$ et régulière à l'infini, admettra dans tous les cas, par rapport au cercle $(C_1)$, des valeurs périphériques constituant, sur la circonférence $(C_1)$, une fonction continue.

2° Pour que, pour toutes les valeurs de $n$, non supérieures à un nombre entier et positif $k$, les fonctions $D^{(n)} u$ admettent, par rapport au cercle $(C_2)$ des valeurs périphériques constituant sur la circonférence de ce cercle une fonction continue, il faut et il suffit qu'il en soit de même des quantités $D^{(n)} v_0$.

Supposons que, par rapport au cercle $(C_2)$, les dérivées premières de la fonction des coordonnées $v_0$ admettent des valeurs périphériques déterminées, fonctions continues de l'arc de la circonférence $(C_2)$ et soit $H_1$ une limite supérieure de ces valeurs périphériques des dérivées considérées. Proposons-nous de trouver une limite supérieure des valeurs absolues des dérivées premières de la fonction $u$ définie par la formule (34). A cet effet désignons par $\frac{d}{dN_1}$ la dérivation par rapport à la normale au cercle $(C_1)$ et par $\frac{d}{dN_2}$ la dérivation par rapport à la normale au cercle $(C_2)$, les normales étant, dans les deux cas, dirigées vers l'intérieur de chacun de deux cercles.

En tenant compte de la forme (4) d'un potentiel de double couche ainsi que du théorème de Green, on exprimera facilement chacune des fonctions $v_1$, $v_2$, $v_3$,... entrant dans le second membre de l'égalité (32), au moyen d'un potentiel dérivant d'une simple couche portée par l'un des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$ et l'on établira ensuite très aisément les relations suivantes:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dv_{2k+1}}{dN_1} &= -\frac{dv_{2k}}{dN_1} \\ \frac{dv_{2k+2}}{dN_2} &= -\frac{dv_{2+k1}}{dN_2} \end{aligned}\right\} \quad (k = 0, 1, 2, 3 \ldots) .$$

Moyennant ces relations on déduira de (32):

$$\left.\begin{aligned} \frac{dv}{dN_1} &= 2 \sum_{k=0}^{\infty} \frac{dv_{2k}}{dN_1} \\ \frac{dv}{dN_2} &= \frac{dv_0}{dN_2} - 2 \sum_{k=0}^{\infty} \frac{dv_{2k+1}}{dN_2} \end{aligned}\right| \qquad (38)$$

Observons que l'addition d'une constante à une double couche portée par une ligne fermée n'influe en rien sur les dérivées du potentiel logarithmique qui en dérive. Nous trouverons aisément:

$$\left.\begin{aligned} \left|\frac{dv_{2k}}{dN_1}\right| &< \frac{2R}{l^2}\left(\frac{R}{b}\right)^{2k}(H'' - H') \\ \left|\frac{dv_{2k+1}}{dN_2}\right| &< \frac{2R}{l^2}\left(\frac{R}{b}\right)^{2k+1}(H'' - H') \end{aligned}\right\} \quad (k = 0, 1, 2 \ldots)$$

en nous reportant aux inégalités (30 a) et en désignant comme plus haut par $l$ le minimum de distance de deux points situés, l'un sur le cercle $(C_1)$, et l'autre sur $(C_2)$. En s'appuyant sur les inégalités précédentes on déduira les équations (38):

$$\left.\begin{aligned} \left|\frac{dv}{dN_1}\right| &< \frac{4Rb^2}{l^2(b^2 - R^2)}(H'' - H') \\ \left|\frac{dv}{dN_2}\right| &< \frac{4R^2 b}{l^2(b^2 - R^2)}(H'' - H') + H_1 . \end{aligned}\right| \qquad (39)$$

La formule (37) permettra de trouver aisément une limite supérieure de la valeur absolue de la somme $B_1 + B_2$ et finalement on déduira des relations (34) et (39) les inégalités suivantes:

$$(40)\quad \begin{cases} \left|\frac{du}{dN_1}\right| < \frac{4\,R\,b^2}{l^2(b^2-R^2)}(H''-H') + \\ \qquad + \frac{a\,H}{\{a^2-(b-R)^2\}\log\frac{\cos\alpha-\mathrm{Sin}\,\alpha+1}{\cos\alpha+\mathrm{Sin}\,\alpha-1}} \\ \left|\frac{du}{dN_2}\right| < \frac{4\,R^2\,b}{l^2(b^2-R^2)}(H''-H') + \\ \qquad + \frac{a\,H}{\{a^2-(b-R)^2\}\log\frac{\cos\alpha-\mathrm{Sin}\,\alpha+1}{\cos\alpha+\mathrm{Sin}\,\alpha-0}} + H_1 \end{cases}$$

en désignant par $H$ une limite supérieure de l'expression $h$.

En s'appuyant sur une des remarques faites plus haut ainsi que sur les inégalités précédentes et en remarquant que $R < b$, on arrivera immédiatement au résultat suivant:

Dans toute l'étendue du domaine extérieur aux cercles $(C_1)$ et $(C_2)$ on a:

$$(41)\quad \begin{cases} \left|\frac{du}{dx}\right|, \left|\frac{du}{dy}\right| < \frac{4\,R\,b^2}{l^2(b^2-R^2)}(H''-H') + \\ + \frac{a\,R\,H}{\{a^2-(b^2-R^2)\}\log\frac{\cos\alpha-\mathrm{Sin}\,\alpha+1}{\cos\alpha-\mathrm{Sin}\,\alpha-1}} + 2\,H_1\,. \end{cases}$$

§ 15. Revenons à la fonction de Green $K(A, B)$ relative à la région du plan extérieure aux cercles $(C_1)$ et $(C_2)$ et, à cet effet, adressons-nous à l'équation (2). Désignons par $\xi$, $\eta$ les coordonnées du point $A$ et par $x$, $y$ celles du point $B$. L'équation (2) donne:

$$\frac{\partial K}{\partial \xi} = \frac{\partial \mathcal{G}_1}{\partial \xi} - \frac{\partial \varphi}{\partial \xi}.$$

Il résulte immédiatement de la remarque faite au début du paragraphe précédent que la quantité $\frac{\partial \varphi}{\partial \xi}$, considérée comme fonction des variables $x$, $y$ jouit des propriétés suivantes: cette fonction est une fonction harmonique à l'extérieur des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, régulière à l'infini, prenant sur les circonférences des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$ des valeurs égales à celles que prend la fonction $\frac{d\mathcal{G}_1}{\partial \xi}$. Cela prouve, notons-le en passant, que sur le cercle $(C_1)$, la fonction

$\frac{d\varphi}{d\xi}$ s'annule. On conclura sans peine de ce qui précède ceci: si l'on désigne par $A$ un point situé sur la circonférence du cercle $(C_1)$ et si l'on pose:

$$\frac{d\,K\,(A,B)}{dN_A} = \frac{d\,\mathcal{G}_1\,(A,B)}{dN_A} - u\,(A,B) \tag{42}$$

la fonction $u\,(A,B)$ sera déterminée par les conditions suivantes: considérée comme fonction des coordonnées du point $B$, elle sera une fonction harmonique à l'extérieur des cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, régulière à l'infini, prenant sur la circonférence $(C_2)$ les mêmes valeurs que la fonction $\frac{d\,\mathcal{G}_1\,(A,B)}{dN_A}$ et s'annulant sur la circonférence $(C_1)$. Par conséquent la fonction $u\,(A,B)$ entrant dans l'équation (42) pourra être calculée au moyen de la formule (34), en posant:

$$h = \left|\frac{d\,\mathcal{G}_1\,(A,B)}{dN_A}\right|_2 . \tag{43}$$

où le second membre représente la fonction à laquelle se réduit la fonction $\frac{d\,\mathcal{G}_1\,(A,B)}{dN_1}$, lorsque le point $B$ vient sur la circonférence $(C_2)$.

Il est clair que les inégalités (40) et (41) seront applicables à la valeur ainsi obtenue de la fonction $u$. Voici ce que l'on peut conclure de ces inégalités, en se reportant aux égalités (22), (23) et (24), dans le cas où, sans connaître l'angle $\alpha$, on sait cependant que cet angle vérifie les inégalités:

$$\alpha_1 \leqq \alpha \leqq \alpha_1\,; \tag{44}$$

où $\alpha_1$ et $\alpha_2$ sont deux nombres positifs tels que l'on ait:

$$0 < \alpha_1 < \alpha_2 < \frac{\pi}{2}\,: \tag{45}$$

1⁰ Il existe un nombre positif fini $M_1$, dépendant uniquement des nombres $\alpha_1$ et $\alpha_2$ tel que l'on ait:

$$\left|\lambda\frac{\partial u}{\partial x} + \mu\frac{\partial u}{\partial y}\right| \leqq \frac{M_1}{R^2} \tag{47}$$

dans toute la région du plan extérieure aux cercles $(C_1)$ et $(C_2)$, pourvu que les fonctions $\lambda$ et $\mu$ vérifient la relation:

$$\lambda^2 + \mu^2 - 1\,.$$

2° Il existe un nombre positif $M_2$, ne dépendant, comme le nombre $M_1$, que des nombres $a_1$ et $a_2$, tel que l'on ait:

$$(48) \qquad \left| \frac{d}{dN_B} \left\{ \frac{dK(A, B)}{dN_A} \right\} \right| < \frac{M_2}{AB^2}$$

pour toutes les positions du point $A$ sur le cercle $(C_1)$ et du point $B$ sur le cercle $(C_2)$.

J'ajoute que, dans le premier membre de l'inégalité précédente, j'aurais pu supprimer le signe de la valeur absolue parce que, comme on le prouverait aisément, on aurait alors:

$$(49) \qquad \frac{d}{dN_B} \left\{ \frac{dK(A, B)}{dN_A} \right\} \geqq 0 .$$

Observons que l'on a:

$$\frac{d}{dN_B} \left\{ \frac{dK(A, B)}{dN_A} \right\} = \frac{d}{dN_A} \left\{ \frac{dK(A, B)}{dN_B} \right\}.$$

Bien que cette égalité ne puisse pas être regardée comme étant tout simplement l'expression du théorème élémentaire d'après lequel le résultat de deux dérivations successives est indépendant de l'ordre dans lequel on les effectue, on n'éprouvera pas de difficulté à l'établir en toute rigueur; d'ailleurs, au chapitre suivant, nous aurons à établir une égalité analogue en nous servant d'un raisonnement qui serait applicable au cas actuel.

Pour abréger l'écriture, nous représenterons l'expression (49) par le symbole:

$$\frac{\partial^2 K(A, B)}{\partial N_A \ \partial N_B} .$$

Cela nous permettra d'écrire l'inégalité (48) ainsi:

$$(50) \qquad \frac{\partial^2 K(A, B)}{\partial N_A \ \partial N_B} < \frac{M_2}{AB^2} .$$

Il nous reste à faire connaître une expression importante d'une limite supérieure de l'expression:

$$\frac{dK(A, B)}{dN_A} .$$

Supposons que l'angle $\alpha$ vérifie les inégalités (44) et admettons en outre que la plus courte distance $d$ du point $B$ à la ligne (non

connexe) formée par l'ensemble des circonférences $(C_1)$ et $(C_2')$ vérifie une inégalité de la forme:

$$\frac{d}{R} \leqq k .$$

en désignant par $k$ un nombre déterminé. Je dis que l'on aura:

$$\left| \frac{d\,K(A, B)}{dN_A} \right| < E\,\frac{d}{AB^2} \tag{51}$$

en désignant par $E$ un nombre positif dépendant uniquement des nombres $\alpha_1$, $\alpha_2$ et $k$.

On établira aisément l'inégalité précédente en partant de l'équation (42), en faisant usage de l'expression connue de la quantité

$$\frac{d\,\mathcal{G}_1(A, B)}{dN_A};$$

en tenant compte de l'inégalité (47) et en distinguant deux cas, suivant que le point $B$ est plus voisin du cercle $(C_1)$ que du cercle $(C_2)$ ou qu'il n'en est pas ainsi.

## III. Théorème sur la fonction de Green dans le cas général.

§ 16. Considérons la fonction de Green $G(\xi, \eta, x, y, m^2)$ relative au domaine $(D)$, intérieur à la ligne $(S)$, et à l'équation:

$$\Delta G - m^2 G = 0 .$$

Soit $O$ un point quelconque situé sur la ligne $(S)$, ne coïncidant avec aucun sommet, et $B_0$ un point choisi arbitrairement à l'intérieur du domaine $(D)$. Plaçons l'origine des coordonnées en $O$ et dirigeons l'axe commun des $\eta$ et des $y$ suivant la normale à la ligne $(S)$ en $O$, vers l'intérieur du domaine $(D)$. Désignons ensuite par $x_0$, $y_0$ les coordonnées du point $B_0$ et par $\varrho$ une longueur choisie arbitrairement à cela près qu'elle soit inférieure à la plus courte distance du point $B_0$ à la ligne $(S)$.

Cela posé considérons l'expression:

$$\frac{\partial\,G(o, \eta, x, y, m^2)}{\partial\,\eta} \tag{1}$$

et supposons que $\eta$ tende vers zéro en restant positif, les quantités

$x$ et $y$ variant d'une façon quelconque dans les limites du domaine défini par l'inégalité:

$$(2) \qquad (x-x_0)^2+(y-y_0)^2 \leqq \varrho^2 .$$

Je dis que, dans ces conditions, la fonction (1) tendra uniformément vers sa limite.

Pour établir ce théorème, reportons-nous à l'équation (4) de l'Introduction et représentons la fonction $g(A, B, m^2)$ entrant dans cette équation par le symbole:

$$(3) \qquad g(\xi, \eta, x, y, m^2).$$

Il est évident qu'il suffirait de faire voir que l'expression:

$$(4) \qquad \frac{\partial g(o, \eta, x, y, m^2)}{\partial \eta}$$

jouit de la propriété dont, suivant le théorème à établir, jouirait la quantité (1).

Désignons par $A$ le point $(\xi, \eta)$, par $B$ le point $(x, y)$, par $ds_P$ l'élément d'arc de la ligne $(S)$ relatif à un point $P$ et conservons au symbole $\varphi(r)$ la signification qu'il a dans l'équation (4) de l'Introduction. Nous aurons:

$$(5) \qquad g(\xi, \eta, x, y, m^2) = g(A, B, m)^2 = \int_{(S)} \frac{d\, G(P, B, m^2)}{d\, N_P} \varphi(\overline{AP})\, ds_P .$$

D'après cette formule, la quantité $g(A, B, m^2)$, considérée comme fonction des coordonnées $\xi$ et $\eta$ du point $A$, se présente comme le potentiel dérivant d'une simple couche de densité:

$$(6) \qquad \frac{d\, G(P, B, m^2)}{d\, N_P}$$

portée par la ligne $(S)$. A ce point de vue, la formule (5) définit la fonction $g$ aussi bien à l'intérieur du domaine $(D)$ et sur la ligne $(S)$ elle même que dans le domaine $(D')$ extérieur à cette ligne. On constate immédiatement que, pour toutes les positions du point $A$ situées sur la ligne $(S)$ ou dans le domaine $(D')$, l'on a:

$$(7) \qquad g(A, B, m^2) = \varphi(\overline{AB}) .$$

J'observe que la quantité (6) admet une limite supérieure indépendante des positions du point $P$ sur la ligne $(S)$ et du point $B$ dans le domaine (2). En effet, en vertu des hypothèses adoptées au

sujet de la ligne $(S)$ (§ 9), on pourra faire passer par le point $P$ un cercle extérieur au domaine $(D)$, de rayon $R$ non nul indépendant de la position de ce point. Soit $\mathcal{G}(P, B, m^2)$ la fonction de Green extérieure relative à ce cercle. On aura:

$$\frac{d\,G(P, B, m^2)}{d\,N_P} \leqq \frac{d\,\mathcal{G}(P, B, m^2)}{d\,N_P}$$

le second membre étant calculé, cela va sans dire, dans l'hypothèse où la normale en $P$ au cercle est dirigée non pas vers l'intérieur du cercle mais vers l'e x t é r i e u r. Or, le second membre de l'inégalité précédente admet manifestement une limite supérieure qui jouit de la propriété annoncée. En résumé, pourvu que le point $B$ ne sorte pas du domaine (2), nous aurons:

$$0 \leqq \frac{d\,G(P, B, m^2)}{dN_P} \leqq C \tag{8}$$

en désignant par $C$ un nombre positif ne dépendant ni de la position du point $P$ sur la ligne $(S)$, ni de celle du point $B$ dans le domaine (2).

Désignons par $Q$ le point $(0, \eta)$ et par $Q'$ le point $(0, \eta')$. L'équation (5) donnera:

$$\frac{\partial g(0, \eta, x, y, m^2)}{\partial \eta} + \frac{\partial g(0, \eta', x, y, m^2)}{\partial \eta'} =$$
$$= \int_S \frac{d\,G(P, B, m^2)}{d\,N_P} \left\{ \frac{\partial \varphi(QP)}{\partial \eta} + \frac{\partial \varphi(QP)}{\partial \eta'} \right\} ds_P. \tag{9}$$

Nous nous proposons de tirer de cette équation certaines conséquences en supposant: 1° que l'on ait:

$$\eta > 0, \tag{10}$$

2° que l'on ait:

$$\eta + \eta' = 0. \tag{11}$$

3° que l'on ait:

$$\eta \leqq \delta, \tag{12}$$

en désignant par $\delta$ un nombre assez petit pour que, l'inégalité (11) étant vérifiée, le point de $(S)$ le plus voisin des points $Q$ et $Q'$ soit le point $O$, origine des coordonnées.

Dans ces conditions, il sera permis de poser:

$$\psi(\eta, P) = \frac{\partial \varphi(QP)}{\partial \eta} + \frac{\partial \varphi(Q'P)}{\partial \eta'} \tag{13}$$

puisque le second membre, à cause de la relation (11), ne dépendra que de la variable position $\eta$ et de la position du point $P$ sur la ligne $(S)$.

Il est aisé de voir qu'il existera un nombre positif $C'$, ne dépendant ni de $\eta$ ni de la position du point $P$ sur $(S)$, tel que l'on ait:

$$|\psi(\eta, P)| \leqq C'. \tag{14}$$

D'ailleurs la fonction $\psi(\eta, P)$ sera manifestement une fonction continue de $\eta$ même pour $\eta = 0$, pourvu que le point $P$ soit distinct du point $O$.

Désignons par:

$$\left(\frac{\partial g}{\partial \eta}\right)_0 \text{ et } \left(\frac{\partial g}{\partial \eta'}\right)_0 \tag{15}$$

les limites du premier et du second terme du premier membre de (9) lorsque $\eta$ tend vers zéro, les relations (10), (11) et (12) ne cessant pas d'être vérifiées.

L'équation (9) donne:

$$\begin{aligned} &\frac{\partial g}{\partial \eta} + \frac{\partial g}{\partial \eta'} - \left(\frac{\partial g}{\partial \eta}\right)_0 - \left(\frac{\partial g}{\partial \eta'}\right)_0 = \\ &= \int_{(S)} \frac{d\, G(P, B, m^2)}{dN_P} \left\{ \psi(\eta, P) - \psi(O, P) \right\} ds_P \end{aligned} \tag{16}$$

en représentant, pour simplifier l'écriture, les termes du premier membre de (9) par les symboles:

$$\frac{\partial g}{\partial \eta} \text{ et } \frac{\partial g}{\partial \eta'}.$$

Désignons par $(S_1)$ la portion de $(S)$ formée par tous les points de $(S)$ dont la distance au point $O$ ne dépasse pas une certaine longueur $T$ et par $(S_2)$ le reste de la ligne $(S)$. Choisissons, comme il est évidemment possible de le faire, la longueur $T$ assez petite pour que la longueur de l'arc $(S_1)$ ne dépasse pas un nombre positif $\mu$ donné à l'avance et aussi petit que l'on voudra. La lon-

gueur $L$ choisie, donnons à $\delta$ une valeur assez petite pour que, pour toutes les positions du point $P$ sur la position $(S_2)$ de la ligne $(S)$, l'inégalité (12) entraîne l'inégalité suivante:

$$|\psi(\eta, P) - \psi(o, P)| \leqq \mu .$$

Cette condition pourra évidemment toujours être vérifiée. Cela posé, décomposons l'intégrale formant le second membre de (16) en leurs parties, étendues l'une à la portion $(S_1)$ et l'autre à la portion $(S_2)$ de la ligne $(S)$. En tenant compte des inégalités (8) et (14), et en désignant par $S$ la longueur totale de $(S)$, nous conclurons aisément de (16) que l'on a:

$$\left| \frac{\partial g}{\partial \eta} + \frac{\partial g}{\partial \eta'} - \left(\frac{\partial g}{\partial \eta}\right)_0 - \left(\frac{\partial g}{\partial \eta'}\right)_0 \right| < \left\{ 2\, C \,.\, C' + S\, C \right\} \mu . \qquad (17)$$

quelle que soit la position du point $B$ dans les limites du domaine défini par l'inégalité (2).

Voici maintenant ce qui résulte de ce que la relation (7) est vérifiée lorsque le point $A$ est situé dans le domaine $(D')$ ou sur la ligne $(S)$: on pourra attribuer à $\delta$ une valeur assez petite pour que l'inégalité (11) entraîne, en dehors des conséquences déjà considérées, encore la conséquence suivante:

$$\left| \frac{\partial g}{\partial \eta'} - \left(\frac{\partial g}{\partial \eta'}\right)_0 \right| < \mu \qquad (18)$$

quelle que soit la position du point $B$ dans le domaine (2). Or, les inégalités (17) et (18) donnent:

$$\left| \frac{\partial g}{\partial \eta} - \left(\frac{\partial g}{\partial \eta}\right)_0 \right| < \left\{ 2\, C C' + C + 1 \right\} \mu . \qquad (19)$$

Donc, si petit que soit $\mu$, il sera possible de déterminer $\delta$ de façon que l'inégalité (11) entraîne l'inégalité (19), quelle que soit la position du point $B$ dans les limites du domaine (2). Par conséquent notre théorème est démontré.

§ 17. Nous pouvons maintenant démontrer en toute rigueur le théorème suivant: la quantité:

$$\frac{d\, G\,(O, B, m^2)}{d N_0}, \qquad (20)$$

considérée comme fonction des coordonnées du point $B$ vérifie l'équation suivante:

$$(21) \qquad \Delta \frac{d\,G\,(O, B, m^2)}{dN_0} - m^2 \frac{d\,G\,(O, B, m^2)}{dN_0} = 0$$

à l'intérieur du domaine $(D)$.

Pour établir ce théorème disposons les axes comme au paragraphe précédent et envisageons la quantité:

$$(22) \qquad \frac{\partial\,G\,(o, \eta, x, y, m^2)}{\partial\,\eta}.$$

Il résulte immédiatement du théorème établi dans l'introduction, au § 8, que, pour toute valeur positive et non nulle de $\eta$, assez petite pour que le point $(o, \eta)$ se trouve à l'intérieur du domaine $(D)$, la fonction (22) considérée comme fonction des variables $x$ et $y$ vérifie l'équation:

$$(23) \qquad \Delta \frac{\partial G}{\partial \eta} - m^2 \frac{\partial G}{\partial \eta} = 0$$

dans toute l'étendue du domaine $(D)$ sauf au point $x = 0$, $y = \eta$. Donc si l'on désigne par $\mathcal{G}\,(B, C, m^2)$ la fonction de Green intérieure relative au cercle limitant le domaine défini par l'inégalité (2), par $M$ un point situé sur la circonférence $(C)$ de ce cercle et par $ds_M$ l'élément d'arc relatif au point $M$, on aura:

$$(24) \qquad \begin{aligned} \frac{\partial\,G\,(o, \eta, x, y, m^2)}{\partial\,\eta} &= \frac{\partial G\,(Q, B, m^2)}{\partial\,\eta} = \\ &= \int_C \frac{\partial G\,(Q, M, m^2)}{\partial\,\eta} \frac{d\,\mathcal{G}(B, M, m^2)}{dN_M} ds_M\,; \end{aligned}$$

où l'indice $(C)$ indique que l'intégration doit être étendue à toute la circonférence du cercle $(C)$ et où l'on suppose que le point $B$ soit intérieur à ce cercle.

Or, en vertu du théorème établi au paragraphe précédent, il résulte de l'équation (24) que l'on a:

$$(25) \qquad \frac{d\,G\,(O, B, m^2)}{dN_0} = \int_C \frac{d\,G\,(O, M, m^2)}{dN_0} \frac{d\,\mathcal{G}\,(B\,M, m^2)}{dN_M}\, ds_M\,.$$

Donc, à l'intérieur du cercle $(C)$, l'équation (21) est vérifiée. En

d'autres termes, cette équation est vérifiée dans le voisinage de chaque point intérieur au domaine $(D)$. Notre théorème est donc établi.

Avant de terminer ce paragraphe, je crois utile de faire remarquer que le théorème du paragraphe précédent et l'équation (24) permettent d'établir aisément les propositions suivantes:

1⁰ Si l'on convient de représenter par $D^{(n)}F$, l'une quelconque des dérivées d'ordre $n$ d'une fonction $F$ par rapport aux coordonnées $x$ et $y$ du point $B$, on aura:

$$D^{(n)}\left\{\frac{d\,G\,(O, B, m^2)}{dN_0}\right\} = \frac{d\,D^{(n)}\,G\,(O, B, m^2)}{dN_0} . \tag{26}$$

2⁰ Conservons les notations précédentes et convenons de déterminer la position du point $O$ sur une branche de la ligne $(S)$ au moyen de l'arc $s$ compris entre ce point et un point fixe, l'arc en question devant bien entendu être compté dans un sens déterminé. La quantité:

$$D^{(n)}\left\{\frac{d\,G\,(O, B, m^2)}{dN_0}\right\}$$

considérée comme fonction de la variable $s$ sera continue sauf pour les valeurs de $s$ correspondant aux sommets de la branche considérée de la ligne $(S)$.

3⁰ La quantité

$$D^{(n)}\left\{\frac{d\,G\,(O, B, m^2)}{dN_0}\right\}$$

considérée comme fonction des coordonnées du point $B$ sera continue tant que la plus courte distance du point $B$ à la ligne $(S)$ aura une limite inférieure finie différente de zéro.

§ 18. Désignons par $A$ un point quelconque de la ligne $(S)$ ne coïncidant cependant avec aucun sommet, par $B$ un point quelconque situé à l'intérieur du domaine $(D)$ et par $l$ la plus courte distance du point $B$ à la ligne $(S)$. Je me propose de prouver qu'il existe un nombre positif $M$ ne dépendant ni des coordonnées du point $B$, ni de la position du point $A$ sur la ligne $(S)$, ni même du paramètre positif $m^2$, mais seulement de la nature géométrique de la ligne $(S)$, tel que l'on ait:

$$\frac{d\,G\,(A, B, m^2)}{dN_A} \leq M\,\frac{l}{\overline{AB}^2} . \tag{27}$$

J'observe qu'une application facile du théorème de Green, application qui, eu égard aux théorèmes rappelés ou établis dans l'Introduction, ne donne lieu à aucune objection, fournit la relation suivante:

$$
\begin{aligned}
&G(Q, B, m_1^2) - G(Q, B, m_2^2) = \\
(28)\qquad &= (m_2^2 - m_1^2) \int_{(D)} G(Q, P, m_1^2)\, G(B, P, m_2^2)\, d\tau_P
\end{aligned}
$$

en désignant par $m_1$ et $m_2$ deux nombres réels quelconques et par $d\tau_P$ l'élément d'aire relatif au point $P$.

La relation (28) prouve que la différence formant le premier membre de cette relation, est toujours de même signe que la différence:

$$(29)\qquad m_2^2 - m_1^2 .$$

Par conséquent, puisque l'expression:

$$G(Q, B, m_1^2) - G(Q, B, m_2^2)$$

s'annule lorsque le point $Q$ vient sur $(S)$, la différence

$$\frac{d\,G(A, B, m_1^2)}{dN_A} - \frac{d\,G(A, B, m_1^2)}{dN_A}$$

aura aussi le signe de la quantité (29). Cela prouve que le premier membre de (27) est une fonction décroissante de la variable positive $m^2$.

Par conséquent, pour établir l'inégalité (27), il suffit de démontrer l'inégalité suivante:

$$(30)\qquad \frac{d\,G(A, B, 0)}{dN_A} \leqq M \frac{l}{\overline{AB}^2}$$

où, suivant les notations adoptées, la fonction de Green considérée est la fonction de Green relative à l'équation de Laplace.

Examinons d'abord le cas où l'on a:

$$(31)\qquad l \geqq \tfrac{1}{2}\, \overline{AB} .$$

D'après les hypothèses faites au sujet de la ligne $(S)$, il sera possible de faire passer par le point $A$ un cercle $(C)$ tangent à la ligne $(S)$, extérieur au domaine $(D)$ et ayant pour rayon une lon-

gueur $R$ indépendante de la position du point $A$ sur la ligne $(S)$. Désignons par $\mathcal{G}(Q, B)$ la fonction de Green extérieure relative au cercle $(C)$ et à l'équation de Laplace. On a évidemment:

$$\frac{d\,G(A, B, O)}{dN_A} \leqq \frac{d\,\mathcal{G}(A, B)}{dN_A} .$$

D'autre part:

$$\frac{d\,\mathcal{G}(A, B)}{dN_A} = \frac{\varrho^2 - R^2}{2\pi R\,\overline{AB}^2}$$

en désignant par $\varrho$ la distance du point $B$ au centre du cercle $(C)$

On conclura aisément de ces relations que l'inégalité (31) entraînera l'inégalité (30) pourvu que le nombre $M$ ait une valeur vérifiant l'inégalité suivante:

$$M \geqq \frac{L + 2R}{\pi R} \, ; \qquad (32)$$

où $L$ représente le maximum de distance de deux points du domaine $(D)$.

Envisageons maintenant le cas où:

$$l < \tfrac{1}{2} AB . \qquad (33)$$

Désignons par $A'$ le point de $(S)$ le plus voisin du point $B$ (ou l'un quelconque des points de $(S)$ les plus voisins du point $B$, si exceptionnellement il y en avait plus d'un).

Exceptionnellement le point $A'$ pourrait coïncider avec le point $A$. Dans ce cas, en faisant usage des mêmes inégalités que tout à l'heure, on reconnaîtrait que, dans ce cas là, l'inégalité (32) entraînerait encore l'inégalité (30). Supposons donc que les points $A$ et $A'$ soient distincts et considérons deux cercles égaux $(C)$ et $(C')$, extérieurs au domaine $(D)$, passant l'un par le point $A$ et l'autre par le point $A'$, et tels que leur rayon commun $r$ soit déterminé de la façon suivante: dans le cas où l'on aurait:

$$AA' < 6R ,$$

où $R$ représente la même longueur que dans l'inégalité (32), on prendrait

$$r = \tfrac{1}{6} AA'$$

si au contraire on avait:

$$AA' \geqq 6\,R$$

on prendrait:

$$r = R\,.$$

Désignons par $K(Q, B)$ la fonction de Green extérieure relative à l'équation de Laplace et au domaine extérieur aux deux cercles $(C)$ et $(C')$. On aura évidemment:

$$\frac{d\,G(A, B, 0)}{dN_A} \leqq \frac{d\,K(A, B)}{dN_A}$$

et d'autre part, il est clair que l'on se trouvera dans des conditions qui permettent d'appliquer le théorème exprimé par l'inégalité (51). Par conséquent, l'inégalité (33) entraînera certainement l'inégalité (30) si l'on prend:

$$M \geqq M_1$$

en désignant par $M_1$ un nombre positif dépendant uniquement de la nature géométrique de la ligne $(S)$ et qu'il serait aisé mais inutile d'exprimer en fonction du rapport $\frac{L}{R}$. On voit qu'il suffit d'égaler le nombre $M$ au plus grand des nombres:

$$\frac{L + 2\,R}{\pi\,R} \quad \text{et} \quad M_1$$

pour que l'inégalité (30) et par conséquent l'inégalité (27) soient vérifiées dans tous les cas. Donc le théorème que nous voulions démontrer est établi.

§ 19. Démontrons maintenant le théorème suivant: si l'on conserve au symbole $\varphi(r)$ la signification qu'il a dans la formule (4) de l'Introduction, on aura:

$$(34) \qquad \frac{d\,G(A, B, m^2)}{dN_A} = 2\,\frac{d\varphi(\overline{AB})}{dN_A} - s(A, B, m^2)$$

en supposant, cela va sans dire, que le point $A$ n'est pas un sommet de $(S)$ et en désignant par $s(A, B)$ la fonction jouissant des propriétés suivantes: considérée comme fonction des coordonnées du point $B$, elle vérifie, à l'intérieur du domaine $(D)$, l'équation:

$$\Delta\,s - m^2\,s = 0\,,$$

lorsque le point $B$ tend vers un point $C$ situé sur $(S)$ mais distinct du point $A$, la fonction $S(A, B)$ tend vers la même limite que la quantité:

$$2 \frac{d\varphi(AB)}{dN_A}; \tag{35}$$

enfin, lorsque le point $B$ tend vers le point $A$ la fonction considérée a pour limite la limite vers laquelle tendrait l'expression (35) dans le cas où le point $B$ tendrait vers le point $A$ en restant sur la ligne $(S)$.

Pour établir le théorème précédent, deux lemmes nous seront nécessaires.

Lemme I. La valeur absolue de la différence:

$$\frac{d\,G(A, B, m^2)}{dN_A} - 2\frac{d\varphi(\overline{AB})}{dN_A} \tag{36}$$

a une limite supérieure finie.

Le point $A$ n'étant pas un sommet de la ligne $(S)$, on pourra mener par ce point deux cercles $(C)$ et $(C')$ tangents en $A$ à la ligne $(S)$ et situés: le premier dans le domaine $(D)$ et le second dans le domaine $(D')$. Désignons par $\mathcal{G}(P, B, m^2)$ la fonction de Green intérieure relative au cercle $(C)$ et par $\mathcal{G}'(P, B, m^2)$ la fonction de Green extérieure relative au cercle $(C')$.

Lorsque le point $B$ se trouve à l'intérieur du cercle $(C)$, on a:

$$\frac{d\,\mathcal{G}(A, B, m^2)}{dN_A} \leqq \frac{d\,G(A, B, m^2)}{dN_A} \leqq \frac{d\,\mathcal{G}'(A, B, m^2)}{dN_A}.$$

Or, le lemme que nous voulons établir est aisé à démontrer quand on considère la fonction de Green intérieure ou extérieure relative à un cercle. Cette remarque faite, il résulte des inégalités précédentes que la valeur absolue de la différence (36) a une limite supérieure finie lorsque le point $B$ ne sort pas du cercle $(C)$. D'autre part, lorsque le point $B$, sans, bien entendu, sortir du domaine $(D)$, est situé à l'extérieur du cercle $(C)$, la valeur absolue de l'expression (36) reste bornée, car il en est évidemment ainsi du second terme et il en est de même du premier en vertu du théorème établi au paragraphe précédent. Par conséquent, l'expression (36) jouit bien de la propriété annoncée.

Lemme II. Désignons par $A_1, A_2 \dots A_n$ un système de $n$ points

déterminés sur la ligne $(S)$, par $B$ un point variable situé à l'intérieur du domaine $(D)$, par $l$ la plus courte distance du point $B$ à la ligne $(S)$, par $\lambda$ la plus petite des longueurs

$$BA_i \qquad (i = 1, 2 \ldots n)$$

et par $u(B)$ une fonction des coordonnées du point $B$ vérifiant, à l'intérieur du domaine $(D)$, l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

et jouissant en outre des propriétés suivantes:

1⁰ A tout système de deux nombres positifs $\varepsilon$ et $\eta$, différents de zéro mais aussi petits que l'on voudra, on peut faire correspondre un nombre positif $\delta$, différent de zéro, tel que les inégalités:

$$(37) \qquad \begin{cases} l \leqq \delta \\ \lambda \geqq \eta \end{cases}$$

entraînent l'inégalité suivante:

$$(38) \qquad |u| < \varepsilon .$$

2⁰ Pour toute position du point $B$ à l'intérieur du domaine $(D)$, on a

$$u < C\lambda^p$$

en désignant par $C$ une constante positive et par $p$ un nombre constant inférieur à l'unité, positif ou nul.

Je dis que la fonction $u$ est nulle dans toute l'étendue du domaine $(D)$.

Pour établir ce lemme, attribuons à $\eta$ et $\varepsilon$ des valeurs déterminées et supposons alors que $\delta$ ait une valeur telle que les inégalités (37) entraînent l'inégalité (38).

Cela posé, envisageons à l'intérieur du domaine $(D)$ un point déterminé $P$ ainsi qu'un nombre $\varrho$ non supérieur à $\delta$ et inférieur à la plus courte distance du point $P$ à la ligne $(S)$. Soit $(D_1)$ le domaine formé par ceux des points du domaine $(D)$ dont les plus courtes distances à la ligne $(S)$ ne sont pas inférieures à $\varrho$. Si le nombre $\varrho$ est assez petit, la frontière $(S_1)$ du domaine $(D)$ satisfera à des hypothèses générales de même genre que celles que nous avons adoptées au sujet de la ligne $(S)$. Supposons que le nombre $\varrho$ satisfasse à cette condition et désignons par $G_1(Q, P, m^2)$ la fonction de Green relative au domaine $(D_1)$. Nous aurons:

$$u(P) = \int_{(S_1)} \frac{d\,G_1(Q, P, m^2)}{dN_Q}\, u(Q)\, ds_Q\,. \tag{39}$$

Or, pourvu que $\varrho$ ne dépasse pas une certaine limite, on pourra, en vertu du théorème du paragraphe précédent, trouver une limite supérieure finie de la quantité:

$$\frac{d\,G_1(Q, P, m^2)}{dN_Q}$$

lorsque le point $Q$ parcourt la ligne $(S_1)$. Cette remarque faite, on prouvera sans peine que l'intégrale (39) tend vers zéro lorsqu'on fait tendre vers zéro suivant une loi convenable les quantités $\varepsilon$, $\eta$ et $\varrho$. On a donc:

$$u(P) = 0\,.$$

ce qui prouve notre lemme.

Revenons au théorème énoncé au début de ce paragraphe. Il résulte du Lemme I que la différence:

$$\frac{d\,G(A, B, m^2)}{dN_A} - \left\{ 2\,\frac{d\,\varphi\,(\overline{AB})}{dN_A} - s\,(A, B) \right\}$$

est bornée. Donc, en vertu des théorèmes des §§ 17 et 18 et du Lemme II, la différence considérée est nulle identiquement. La formule (34) est donc démontrée.

§ 20. Reprenons la fonction:

$$\frac{d\,G\,(A, B, m^2)}{dN_A}$$

mais, pour mettre les coordonnées $x$ et $y$ du point $B$ en évidence, écrivons-la ainsi:

$$\frac{d\,G(A, x, y, m^2)}{dN_A}\,.$$

Cela posé, plaçons l'origine des coordonnées $(x, y)$ en un point $E$ situé sur $(S)$ ne coïncidant ni avec le point $A$, ni avec aucun sommet, dirigeons l'axe des $y$ suivant la normale en $E$ à la ligne $(S)$, vers l'intérieur du domaine $(D)$ et soit $\varrho$ le rayon d'un cercle $(\Sigma)$ tangent en $E$ à la ligne $(S)$, situé entièrement à l'intérieur du domaine $(D)$, n'ayant avec la ligne $(S)$ aucun point commun en dehors du point $E$ et jouissant en outre de la propriété suivante:

Si l'on désigne par $l$ et $t$ les plus courtes distances d'un point $P$ pris sur la circonférence $(\Sigma)$ ou à l'intérieur de cette circonférence, à la ligne $(S)$ et à la tangente en $E$ au cercle $(\Sigma)$, on a:

$$l \leqq 2\,t. \tag{41}$$

Le cercle $(\Sigma)$ jouira évidemment de toutes les propriétés précédentes pourvu que l'on ait:

$$\varrho \leqq \varrho_E \tag{42}$$

en désignant par $\varrho_E$ une longueur dépendant uniquement de la position du point $E$ sur la ligne $(S)$.

Je dis que la fonction (40) jouira des propriétés suivantes:

1º La dérivée:

$$\frac{\partial}{\partial y} \frac{d\, G\,(A, o, y, m^2)}{dN_A}$$

tendra vers une limite déterminée lorsque $y$ tendra vers zéro par valeurs positives. D'après le principe des notations adoptées, cette limite pourra être représentée par le symbole:

$$\frac{d}{dN_E} \frac{d\, G\,(A, E, m^2)}{dN_A}. \tag{43}$$

2º Les inégalités:

$$o < y \leqq \frac{\varrho}{4} \tag{44}$$

entraînent les inégalités suivantes:

$$\left| \frac{\partial}{\partial y} \frac{dG\,(A, o, y, m^2)}{dN_A} - \frac{d}{dN_E} \frac{dG\,(A, E, m^2)}{dN_A} \right| < \frac{n_1 + n_2\, m^2\, \varrho^2}{\varrho\, r^2} My \tag{45}$$

$$\left| \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \frac{dG\,(A, x, y, m^2)}{dN_A} \right\}_{x=o} \right| < \frac{n_1 + n_2\, m^2\, \varrho^2}{\varrho\, r^2} My \log \frac{\varrho}{y} \tag{46}$$

$$\left| \left\{ D^{(2)} \frac{dG\,(A, x, y, m^2)}{dN_A} \right\}_{x=o} \right| < \frac{n_1 + n_2\, m^2\, \varrho^2}{\varrho\, r^2} M \log \frac{\varrho}{y}. \tag{47}$$

en désignant par $D^{(2)}$ l'un quelconque des symboles opératoires $\frac{\partial^2}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2}{\partial x\, \partial y}$ et $\frac{\partial^2}{\partial y^2}$, par $r$ la plus courte distance du point $A$ au cercle $(\Sigma)$, par $n_1$ et $n_2$ des constantes numériques qu'il serait facile mais qu'il est inutile de calculer et en conservant à la lettre $M$ la signification qu'elle a dans l'inégalité (27).

Pour établir les inégalités précédentes, posons:

$$u(x, y) = \frac{dG(A, x, y, m^2)}{dN_A}, \tag{48}$$

désignons par $\mathcal{G}(x, y, \xi, \eta)$ la fonction de Green intérieure relative au cercle $(\Sigma)$ et à l'équation de Laplace et représentons par $-\sin\theta$ et $\cos\theta$, les cosinus directeurs de la normale intérieure au cercle $(\Sigma)$ en un point $(x', y')$ situé sur la circonférence de ce cercle. Nous aurons, en supposant que le point $x, y$ soit situé à l'intérieur du cercle $(\Sigma)$, la relation suivante:

$$\begin{aligned} u(x, y) = \varrho \int_0^{2\pi} u(x' y') \left\{ -\operatorname{Sin}\theta \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial x'} + \cos\theta \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial y'} \right\} d\theta - \\ - m^2 \int\int u(\xi, \eta)\, \mathcal{G}(x, y, \xi, \eta), d\xi\, d\eta, \end{aligned} \tag{49}$$

où l'intégrale double devra être étendue à toute l'aire du cercle $(\Sigma)$.

Reportons-nous aux inégalités (27) et (41) d'une part et rappelons-nous d'autre part que nous avons désigné par $r$ la plus courte distance du point $A$ à la circonférence $(\Sigma)$; nous aurons:

$$\left. \begin{aligned} u(x' y') &\leqq 2M \frac{y}{r^2} \\ u(\xi, \eta) &\leqq 2M \frac{\eta}{r^2} \end{aligned} \right| \tag{50}$$

En s'appuyant sur les relations (49) et (50), on établira immédiatement l'existence de la quantité (43). On établira aussi sans peine les inégalités (45) et (46) pourvu que, en discutant les intégrales doubles que l'on aura à considérer, intégrales dans lesquelles la coordonnée $x$ aura la valeur zéro et la coordonnée $y$ une valeur vérifiant les inégalités (44), on décompose chacune de ces intégrales en deux parties dont l'une serait étendue au domaine défini par l'inégalité:

$$\xi^2 + (\eta - y)^2 \leqq \frac{y^2}{4} \tag{51}$$

et l'autre au domaine défini par les inégalités suivantes:

$$\left. \begin{aligned} \xi^2 + (\eta - y)^2 &\geqq \frac{y^2}{4} \\ \xi^2 + (\eta - \varrho)^2 &\leqq \varrho^2 \end{aligned} \right| \tag{52}$$

Enfin, pour démontrer encore l'inégalité (47), on pourra procéder de la façon suivante. On commencera par établir, au moyen des relations (49) et (50) que l'inégalité (51) entraîne les inégalités suivantes:

$$(53) \qquad \begin{cases} \left| \dfrac{\partial u(\xi,\eta)}{\partial \xi} \right| < 16\,(1+\varrho^2 m_2)\,\dfrac{M}{r^2} \\ \left| \dfrac{\partial u(\xi,\eta)}{\partial \eta} \right| < 16\,(1+\varrho^2 m^2)\,\dfrac{M}{r^2} \end{cases}.$$

Ensuite on décomposera l'intégrale double qui entre au second membre de l'équation (49) en deux autres étendues, l'une au domaine (51) et l'autre au domaine (52). Soit

$$\iint_{\Omega} u(\xi,\eta)\,\mathcal{G}(x,y,\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta$$

l'intégrale étendue au domaine $(\Omega)$ déterminé par l'inégalité (51).

Les inégalités (50) et (53) permettront de calculer facilement une limite supérieure de la valeur absolue de la quantité:

$$\left| D^2 \iint_{(\Omega)} u(\xi,\eta)\,\mathcal{G}(x,y,\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta \right|_{x=0}.$$

Ayant cette limite supérieure, on achèvera sans peine la démonstration de l'inégalité (47).

En résumé, les propositions énoncées au début de ce paragraphe doivent être regardées comme démontrées.

Faisons observer que les remarques faites à la fin du § 17 permettent de prouver très aisément que l'on a:

$$\frac{d}{dN_E}\,\frac{d\,G(A,E,m^2)}{dN_A} = \frac{d}{dN_A}\,\frac{d\,G(A,E,m^2)}{dN_E}.$$

Notons encore qu'en désignant par:

$$\frac{d^2\,G(A,E,m^2)}{\partial N_A\,\partial N_E}$$

la valeur commune des deux membres de l'inégalité précédente, on aura:

$$(54) \qquad \frac{d^2\,G(A,E,m^2)}{\partial N_A\,\partial N_E} \leq \frac{M}{AE^2}$$

en vertu de l'inégalité (27).

Enfin faisons encore remarquer que, puisque la fonction:

$$\frac{d\,G\,(A,\,B,\,m^2)}{dN_A}$$

n'est jamais négative et puisque à cause de l'inégalité (27), elle tend vers zéro lorsque le point $B$ tend vers un point $E$ situé sur $(S)$ et distinct du point $A$, on a:

$$\frac{\partial^2\,G\,(A,\,E,\,m^2)}{\partial N_A\,\partial N_E} \geqq 0\,. \tag{55}$$

§ 21. Posons comme plus haut:

$$u\,(x,\,y) = \frac{d\,G\,(A,\,B,\,m^2)}{dN_A} \tag{56}$$

en désignant par $x$ et $y$ les coordonnées du point $B$, mais supposons maintenant que les axes de coordonnées rectangulaires $(x,\,y)$ soient placés d'une façon quelconque par rapport à la ligne $(S)$. On conclura immédiatement de ce que l'on a vu au paragraphe précédent, que les dérivées

$$\frac{\partial u}{\partial x} \text{ et } \frac{\partial u}{\partial y} \tag{57}$$

tendent vers des limites déterminées lorsque le point $(x,\,y)$ tend vers un point quelconque $C$ de la ligne $(S)$ pourvu que ce point ne coïncide ni avec le point $A$ ni avec un sommet de la ligne $(S)$. On reconnaîtra aussi immédiatement que ces limites varient d'une façon continue lorsque le point $C$ se déplace d'une façon continue sur $(S)$ sans rencontrer le point $A$ ou l'un des sommets de la ligne $(S)$. On peut encore déduire des résultats du paragraphe précédent une autre conclusion, très utile dans diverses applications: à tout point $C$ situé sur la ligne $(S)$ et ne coïncidant avec aucun sommet, on peut faire correspondre deux longueurs $L_1$ et $L_2$ dépendant uniquement de la position du point $C$ sur la ligne $(S)$, et admettant la première une limite supérieure finie, et la seconde une limite inférieure non nulle, lorsque le point $C$ varie sur la ligne $(S)$ de façon que sa distance au sommet le plus voisin ne devienne pas inférieure à une longueur déterminée, aussi petite que l'on voudra, telles que les inégalités:

$$(58)\qquad \left\{ \begin{array}{l} C''C \geqq L_1 \\ \overline{C''C} \leqq \frac{1}{16}\, AC \end{array} \right.$$

où $C''$ est un point situé sur la ligne $(S)$, entraînent l'inégalité suivante:

$$(59)\qquad \left| \frac{\partial^2 G(A, C'', m^2)}{\partial N_A\, \partial N_{C'}} - \frac{\partial^2 G(A, C, m^2)}{\partial N_A\, \partial N_C} \right| < M \frac{1+m^2 L^2}{(1-p)\, L_2^{\,p}} \frac{\overline{CC''}^{\,p}}{\overline{AC}^3}$$

en conservant à la lettre $M$ la signification qu'elle a dans l'inégalité (27) et en désignant: par $L$ le maximum de distance de deux points situés sur la ligne $(S)$ et par $p$ un nombre quelconque vérifiant les inégalités suivantes:

$$(60)\qquad 0 < p < 1\,.$$

Pour établir l'inégalité (49), j'observe que, si la longueur $L_1$ ne dépasse pas une limite dépendant uniquement de la position du point $C$ sur la ligne $(S)$, la première des inégalités (58) entraînera la conséquence suivante: le point $C''$ sera situé sur le côté de la ligne $(S)$ sur lequel se trouve le point $C$. Supposons que la longueur $L_1$ vérifie cette condition et, en nous plaçant dans l'hypothèse où la première des inégalités (58) est vérifiée, considérons sur les normales élevées en $C$ et $C''$ deux points $C_1$ et $C''_2$, le point $C''$ se trouvant sur la normale élevée en $C$ et le point $C''_1$ sur la normale élevée en $C''$. Je suppose que les points $C_1$ et $C''_1$ soient pris de façon que chacun des segments $\overline{CC_1}$ et $\overline{C''C''_1}$ soit situé à l'intérieur du domaine $(D)$ et que l'on ait:

$$(61)\qquad \overline{CC_1} = \overline{C''C''_1} = \overline{CC''}\,.$$

Désignons par $\alpha$ et $\beta$ les cosinus-directeurs de la direction $\overline{CC_1}$ et par $\alpha'$, $\beta'$ ceux de la direction $\overline{C''C''_1}$. Soient, en outre, $x$ et $y$ les coordonnées du point $C_1$, $x'$ et $y'$ celles du point $C''_1$.

Si la longueur $L_1$ ne dépasse pas une limite dépendant uniquement de la position du point $C$ sur la ligne $(S)$ et si les inégalités (58) sont vérifiées l'une et l'autre, il sera aisé, en s'appuyant sur les inégalités du paragraphe précédent, de trouver des limites supérieures de chacune des expressions suivantes:

$$\frac{du}{dN_c} = \left(\alpha \frac{\partial u}{\partial x} + \beta \frac{\partial u}{\partial y}\right)$$

$$\frac{du}{dN_{c'}} = \left(\alpha' \frac{\partial u}{\partial x'} + \beta' \frac{\partial u}{\partial y'}\right)$$

$$\alpha \frac{\partial u}{\partial x} + \beta \frac{\partial u}{\partial y} - \left(\alpha' \frac{\partial u}{\partial x'} + \beta' \frac{\partial u}{\partial y'}\right),$$

où $u$ est définie au moyen de l'équation (53).

On pourra donc trouver, dans les conditions où l'on s'est placé une limite supérieure de l'expression:

$$\left| \frac{du}{dN_c} - \frac{du}{dN_{c'}} \right|$$

et l'on arrivera ainsi à établir sans peine la proposition qu'il s'agit de démontrer.

§ 22. Interrompons pour un instant la théorie générale de la fonction de Green et considérons la fonction de Green intérieure $\mathcal{G}(A, B, m^2)$ relative à un cercle $(C)$ de centre $O$ et de rayon $R$. Désignons par $x$ et $y$ les coordonnées du point $B$ et représentons par:

$$\left(\frac{\partial \mathcal{G}(A, B, m^2)}{\partial x}\right)_0$$

la valeur que prend la dérivée:

$$\frac{\partial \mathcal{G}(A, B, m^2)}{\partial x}$$

lorsque le point $B$ vient coïncider avec le centre $O$ du cercle $C$. On trouve facilement

$$\left(\frac{\partial \mathcal{G}(A, B, m^2)}{\partial x}\right)_0 = \frac{\psi'(r)\,\varphi'(R) - \psi'(R)\,\varphi'(r)}{\psi'(R)} \cos\theta \qquad (62)$$

en conservant au symbole $\varphi(r)$ la signification qu'il a dans la formule (4) de l'Introduction, en posant:

$$\psi(r) = J_0(i\,m\,r)$$

où le second membre représente la fonction de Bessel ordinairement désignée par le symbole $J_0$, en désignant par $r$ la longueur $\overline{AB}$ et en appelant $\theta$ l'angle formé par la direction de $B$ vers $A$ avec l'axe des $x$.

Cela posé, soit $u\ (x,\ y)$ une fonction vérifiant l'équation

$$\Delta u - m^2 u = 0$$

à l'intérieur du cercle $(C)$. Si l'on représente par $h\ (\theta)$ la valeur vers laquelle tend la fonction $u$ lorsque le point $(x,\ y)$ tend vers un point $P$ de la circonférence, tel que l'angle du vecteur $OP$ avec l'axe des $x$ soit égal à $\theta$, on aura, en vertu de la formule (62), la formule suivante:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_0 = R\,\frac{\psi'(R)\,\varphi''(R) - \psi''(R)\,\varphi'(R)}{\psi'(R)} \int_0^{2\pi} h\,(\theta) \cos\theta\, d\theta\,.$$

Or, en tenant compte des équations:

$$\varphi''(r) + \frac{1}{r}\varphi'(r) - m_2\,\varphi(r) = 0$$

$$\psi''(r) + \frac{1}{r}\psi'(r) - m^2\,\psi(r) = 0$$

on trouve:

$$\psi'(R)\,\varphi''(R) - \psi''(R)\,\varphi'(R) = m^2\,(\psi'(R)\,\varphi(R) - \psi(R)\,\varphi'(R)) = \frac{m^2}{2\pi R};$$

d'ailleurs:

$$\psi'(R) > m^2 R\,.$$

On aura donc:

$$\left|\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_0\right| \leqq \frac{1}{2\pi R}\left|\int_0^{2\pi} h\,(\theta) \cos\theta\cdot d\theta\right|\,.$$

Désignons par $h_1$ et $h_2$ le minimum et le maximum de la fonction $h\ (\theta)$ et remarquons que l'on a:

$$\int_0^{2\pi} h(\theta) \cos\theta\, d\theta = \int_0^{2\pi} \left\{ h\,(\theta) - \frac{h_1 + h_2}{2} \right\} \cos\,\theta\, d\theta\,.$$

Cette égalité et l'inégalité:

$$\left| h\,(\theta) - \frac{h_1 + h_2}{2} \right| \leqq \frac{h_2 - h_1}{2}$$

donnent:

$$\left| \int_0^{2\pi} h\,(\theta) \cos\theta\, d\theta \right| < \pi\,(h_2 - h_1)\,.$$

Nous aurons donc facilement:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_0 \leqq \frac{h_2 - h_1}{2R} . \tag{63}$$

C'est l'inégalité que nous voulions établir.

§ 23. Revenons à la théorie générale et cherchons une limite supérieure des valeurs absolues des dérivées de premier ordre de la quantité:

$$\frac{d\,G(A, B, m^2)}{dN_A} \tag{64}$$

considérée comme fonction des coordonnées $x$ et $y$ du point $B$. A cet effet, soit $B_0$ une position particulière quelconque du point $B$ dans le domaine $(D)$. Désignons par $l_0$ la plus courte distance du point $B_0$ à la ligne $(S)$ et, du point $B_0$ comme centre décrivons un cercle $(C)$ de rayon égal à $\frac{l_0}{2}$. Supposons que le point $B$ se déplace sur le cercle $(C)$. On s'assurera de suite, en s'appuyant sur l'inégalité (27), que, dans ces conditions, la fonction (64), qui, comme on sait, ne devient jamais négative, aura pour limite supérieure:

$$\frac{12\,M\,l_0}{\overline{AB_0}^2} .$$

Cela étant, on conclura de l'inégalité (63) que les dérivées du premier ordre de la fonction (64) par rapport aux coordonnées du point, ne dépasseront pas en valeur absolue, lorsque $B$ vient se confondre avec $B_0$, la limite suivante:

$$\frac{12\,M}{\overline{AB_0}^2} .$$

Nous arrivons donc au résultat suivant: si l'on désigne par $x$ et $y$ les coordonnées du point $B$ et par $M$ le nombre que cette lettre représente dans l'inégalité (27), on aura:

$$\left|\frac{\partial}{\partial x}\frac{d\,G(A, B, m^2)}{dN_A}\right| , \left|\frac{\partial}{\partial y}\frac{d\,G(A, B, m^2)}{dN_A}\right| < \frac{12\,M}{\overline{AB}^2} . \tag{65}$$

§ 24. Je me propose maintenant d'établir les inégalités suivantes, on a:

$$\left|\frac{\partial}{\partial x}\,G(A, B, m^2)\right| , \left|\frac{\partial}{\partial y}\,G(A, B, m^2)\right| < \frac{M_1}{AB} ; \tag{66}$$

en désignant par $x$ et $y$ les coordonnées du point $B$ et par $M_1$ une constante numérique dépendant uniquement de la nature géométrique de la ligne $(S)$.

Pour $m = 0$, les inégalités précédentes ont été établies par M. Picard dans son mémoire fondamental sur la méthode des approximations successives, mais M. Picard s'est placé dans des hypothèses beaucoup moins générales que celles que nous adoptons ici au sujet de la ligne $(S)$.

Désignons par $C$ le point de la ligne $(S)$ le plus voisin du point $B$, ou un des points jouissant de cette propriété dans le cas où exceptionnellement il y en aurait plus d'un. Soit $(\Sigma)$ un cercle passant par le point $C$ mais extérieur au domaine $(D)$. D'après les hypothèses adoptées au sujet de la ligne $(S)$ on pourra, comme nous le ferons, attribuer au rayon de ce cercle une longueur finie $R$ indépendante de la position du point $C$ sur la ligne $(S)$. Soit $\mathcal{G}(A, B)$ la fonction de Green extérieure relative au cercle $(\Sigma)$ et à l'équation de Laplace. On aura:

$$G(A, B, o) \leqq \mathcal{G}(A, B) .$$

Or:

$$G(A, B, m^2) \leqq G(A, B, o) .$$

donc:

$$G(A, B, m^2) \leqq \mathcal{G}(A, B) . \tag{67}$$

Soit $E$ le centre du cercle $(\Sigma)$. On prouvera aisément que l'on a:

$$\mathcal{G}(A, B) \leqq \frac{(\overline{AE}^2 - R^2)(\overline{BE}^2 - R^2)}{4\pi R^2 . \overline{AB}^2} .$$

D'autre part on a évidemment:

$$AE \leqq L + R$$

$$\overline{AE} \leqq L + R$$

en désignant par $L$ le maximum de distance de deux points situés sur $(S)$. Par conséquent:

$$\mathcal{G}(A, B) \leqq \frac{1}{4\pi}\left(2 + \frac{L}{R}\right)^2 \frac{(AE - R)(BE - R)}{\overline{AB}^2} .$$

On a:

$$\overline{BE} - R = \overline{BC} ,$$

$$\overline{AE} - R \leqq \overline{AC} \leqq \overline{AB} + \overline{BC} .$$

On aura donc:

$$\mathcal{G}(A, B) \leqq \frac{1}{4\pi}\left(2 + \frac{L}{R}\right)^2 \frac{(\overline{AB} + \overline{BC})\,\overline{BC}}{\overline{AB}^2} .$$

Cette inégalité et l'inégalité (67) donnent:

$$G(A, B, m^2) \leqq \frac{1}{4\pi}\left(2 + \frac{L}{R}\right)^2 \frac{(r + b)\,b}{r^2} \tag{68}$$

en posant:

$$b = \overline{BC}; \quad r = \overline{AB}$$

pour abréger l'écriture.

Observons d'une part que $b$ représente la plus courte distance du point $B$ à la ligne $(S)$ et d'autre part qu'il est permis d'intervertir les rôles des points $A$ et $B$ dans le raisonnement qui nous a conduit à l'inégalité (68). Nous aurons:

$$G(A, B, m^2) \leqslant \frac{1}{4\pi}\left(2 + \frac{L}{R}\right)^2 \frac{(r + a)\,a}{r^2} \tag{69}$$

en désignant par $a$ la plus courte distance du point $A$ à la ligne $(S)$.

Désignons par $\delta$ une longueur inférieure à la plus courte distance $a$ du point $A$ à la ligne $(S)$. En partant de l'inégalité (68), on établira sans peine qu'il sera possible de faire correspondre à la longueur $\delta$ une longueur $T$, indépendante de la position du point $B$ dans le domaine $(D)$, telle que l'on ait:

$$\lim_{\delta = 0} T = a \tag{70}$$

et telle en outre que l'inégalité:

$$b \leqq \delta \tag{71}$$

entraîne l'inégalité:

$$G(A, B, m^2) \leqq \frac{1}{4\pi}\left(2 + \frac{L}{R}\right)^2 \frac{b}{T} . \tag{72}$$

Considérons maintenant un point $P$ situé à l'intérieur du do-

maine $(D)$ et tel que la plus courte distance $p$ de ce point à la ligne $(S)$ vérifie l'inégalité:

$$(73) \qquad p \leqq \frac{\delta}{2}.$$

Si du point $P$ comme centre, on décrit un cercle $(C)$ de rayon $p$, l'inégalité (72) sera applicable pour toute position du point $B$ à l'intérieur de ce cercle ou sur sa circonférence.

Cette remarque faite, il suffit de se reporter à l'inégalité (63) pour reconnaître que les dérivées:

$$\frac{\partial\, G\,(A,\,B,\,m^2)}{\partial\, x} \quad \text{et} \quad \frac{\partial\, G\,(A,\,B,\,m^2)}{\partial\, y}$$

sont, lorsque le point $B$ coïncide avec le point $P$, en valeur absolue, inférieures à

$$\frac{1}{4\pi}\left(2+\frac{L}{R}\right)\frac{1}{T}.$$

En s'appuyant sur ce résultat, ainsi que sur la formule (4) de l'Introduction, on arrive à la conclusion suivante, l'inégalité:

$$(74) \qquad b \leqq \frac{\delta}{2}$$

entraîne les inégalités suivantes:

$$(75) \qquad \left|\frac{\partial g\,(A, B, m^2)}{\partial\, x}\right|, \quad \left|\frac{\partial g\,(A.\,B, m^2)}{\partial\, y}\right| < \frac{1}{4\pi}\left(2+\frac{L}{R}\right)^2\frac{1}{T}+\frac{1}{2\,\pi\,(a-b)}.$$

Or, il résulte d'une propriété connue de l'équation:

$$\varDelta\, u - m^2 u = 0$$

ceci: du moment que l'inégalité (74) entraîne l'inégalité (75), l'inégalité (75) devra être vérifiée pour toutes les positions du point $B$ dans le domaine $(D)$. D'autre part, on peut prendre $\delta$ aussi petit que l'on voudra. Donc, eu égard à (70), on aura:

$$\left|\frac{\partial g\,(A.\,B, m^2)}{\partial\, x}\right|, \quad \left|\frac{\partial g\,(A, B, m^2)}{\partial\, y}\right| \leqq \frac{1}{4\pi}\left(4+\frac{L}{R}\right)^2\frac{1}{a}.$$

En se reportant de nouveau à la formule (4) de l'Introduction, on verra que l'inégalité:

$$(76) \qquad \overline{AB} \leqq a$$

entraînera l'inégalité (66), pourvu que l'on ait:

$$M_1 \geqq \frac{1}{4\pi}\left(6+\frac{L}{R}\right)^2 . \tag{77}$$

Considérons maintenant une position $B_0$ du point $B$ dans le domaine $(D)$ telle que l'on ait:

$$r_0 = AB_0 > a .$$

Désignons par $b_0$ la plus courte distance du point $B_0$ à la ligne $(S)$. Soit d'abord:

$$b_0 \geqq a .$$

Décrivons du point $B_0$ comme centre un cercle $(C)$ de rayon $\frac{a}{2}$. Ce cercle sera tout entier situé à l'intérieur du domaine $(D)$ et le point $A$ lui sera extérieur.

Il résulte d'ailleurs de l'inégalité (69) que, le point $B$ se déplaçant sur la circonférence du cercle $(C)$, la fonction positive $G(A, B, m^2)$ restera inférieure à:

$$\frac{3}{2\pi}\left(2+\frac{L}{R}\right)^2 \frac{a}{r_0} .$$

Moyennant l'inégalité (63), on en conclura que, lorsque $B$ vient en $B_0$, les dérivées:

$$\frac{\partial G(A, B, m^2)}{\partial x} \text{ et } \frac{\partial G(A, B, m^2)}{\partial y} \tag{78}$$

sont, en valeur absolue, inférieures à la quantité:

$$\frac{3}{2\pi}\left(2+\frac{L}{R}\right)^2 \frac{1}{r_0} .$$

En d'autres termes: les inégalités:

$$\begin{cases} r > a \\ b \geqq a \end{cases} \tag{79}$$

entraîneront l'inégalité (66) à condition de prendre:

$$M_1 \geqq \frac{3}{2\pi}\left(2+\frac{L}{R}\right)^2 . \tag{80}$$

Conservons les notations employées tout à l'heure, continuons à admettre que:

$$r_0 > a ;$$

mais supposons maintenant que l'on ait:

$$b_0 < a .$$

Du point $B_0$ comme centre, décrivons un cercle $(C)$ de rayon égal à $\frac{1}{2} b_0$. Ce cercle sera évidemment tout entier situé à l'intérieur du domaine $(D)$ et le point $A$ lui sera extérieur. Il résulte d'ailleurs de l'inégalité (68) que, pour aucune position du point $B$ sur la circonférence du cercle $(C)$, la fonction $G(A, B, m^2)$ ne pourra dépasser la limite:

$$\frac{3}{\pi}\left(2+\frac{L}{R}\right)^2 \frac{b_0}{r_0}.$$

On en conclura, en s'appuyant sur l'inégalité (63), que les inégalités:

(81) $$\begin{cases} r > a \\ b > a \end{cases}$$

entraîneront les inégalités (66) pourvu que l'on prenne:

(82) $$M_1 \geqq \frac{3}{\pi}\left(2+\frac{L}{R}\right)^2 .$$

Il est aisé de voir qu'en prenant:

(83) $$M_1 \geqq \frac{3}{\pi}\left(2+\frac{L}{R}\right)^2 ,$$

on assurera les inégalités (66) dans tous les cas. En effet la valeur (83) satisfait à la fois aux conditions (77), (80) et (82).

Par conséquent, $M_1$ ayant cette valeur, les inégalités (66) auront lieu dans tous les cas.

§ 25. Désignons par $l$ la plus courte distance à la ligne $(S)$ d'un point $A$ situé à l'intérieur du domaine $(D)$ et par $d\imath$ l'élément d'aire relatif à un point $B$ situé aussi dans le domaine $(D)$, on aura:

(84) $$\int_{(D)} \left\{ G(A, B, m^2) \right\}^2 d\imath < \left\{ 2R + L + \frac{1}{6}\frac{L^2}{R} \right\} l$$

en désignant par $L$ le maximum de distance de deux points situés sur la ligne $(S)$ et par $R$ une longueur telle que, par chaque point de la ligne $(S)$, on puisse faire passer un cercle de rayon $R$ extérieur au domaine $(D)$.

La démonstration est immédiate. Soit $A'$ le point de $(S)$ le plus voisin du point $A$ (ou l'un des points jouissant de cette propriété si exceptionnellement il y en avait plus d'un). Faisons passer par le point $A'$ un cercle $(C)$ de rayon $R$ extérieur au domaine $(D)$ et désignons par $\mathcal{G}(A, B)$ la fonction de Green extérieure relative à ce cercle et à l'équation de Laplace. On aura:

$$G(A, B, m^2) < \mathcal{G}(A, B).$$

Cette remarque faite, il suffit de se reporter à l'inégalité (1) du chapitre I pour s'assurer que l'inégalité (84) a lieu.

### IV. Quelques applications des théorèmes précédents.

§ 26. Considérons une fonction définie sur la ligne $(S)$ et soit $h(A)$ la valeur de cette fonction en un point $A$ de cette ligne. Désignons par $ds_A$ l'élément d'arc de la ligne $(S)$ relatif au point $A$ et bornons-nous à admettre que l'intégrale:

$$\int_{(S)} |h(A)|\, ds_A \tag{1}$$

ait un sens. Si l'on pose alors:

$$u = \int_{(S)} h(A) \frac{dG(A, B, m^2)}{dN_A} ds_A \tag{2}$$

en désignant comme précédemment par $G(A, B, m^2)$ la fonction de Green intérieure relative au domaine $(D)$ et à l'équation:

$$\Delta G - m^2 G = 0,$$

le second membre de l'équation (2) aura un sens et la fonction $u$ des coordonnées $x$ et $y$ du point $B$ sera parfaitement déterminée à l'intérieur du domaine $(D)$.

En s'appuyant sur les propositions du § 17, on établira en toute rigueur que la fonction $u$ vérifie, à l'intérieur du domaine $(D)$, l'équation aux dérivées partielles:

$$\Delta u - m^2 u = 0.$$

Supposons que la fonction $h(A)$ soit continue en un point $P$

situé sur la ligne $(S)$. Je dis que, même si le point $P$ est un sommet, la fonction $u$ a $h(P)$ pour limite lorsque le point $B$ tend vers le point $P$ de manière à rester à l'intérieur du domaine $(D)$, mais d'ailleurs suivant une loi quelconque.

Supposons d'abord que l'on ait:

$$h(P) = 0 \tag{3}$$

et soit $\mu$ un nombre positif donné mais aussi petit que l'on voudra. Je puis faire correspondre au nombre $\mu$ un nombre positif $\delta$, tel que l'inégalité:

$$PA \leqq \delta \tag{4}$$

entraîne l'inégalité:

$$h(A) < \mu .$$

Le nombre $\delta$ étant déterminé, on peut, cela résulte de l'inégalité (27) du chapitre précédent, lui faire correspondre un nombre positif $\varrho$ tel que les inégalités:

$$\overline{PB} \leqq \varrho \tag{5}$$

$$\overline{PA} \geqq \delta \tag{6}$$

entraînent l'inégalité:

$$\frac{dG(A, B, m^2)}{dN_A} < \mu .$$

Donc, si l'on désigne par $(S')$ l'ensemble des positions du point $A$ sur $(S)$ vérifiant la condition (4) et par $(S'')$ le reste de la ligne $(S)$, l'inégalité (5) entraînera l'inégalité suivante:

$$u(B) < \mu \int_{(S')} \frac{dG(A, B, m^2)}{dM_A} ds_A + \mu \int_{(S'')} |h(A)| \, ds_A . \tag{7}$$

Observons maintenant ceci: on sait qu'il existe une fonction $v(B)$ des coordonnées du point variable $B$ définie à l'intérieur du domaine $(D)$ vérifiant, dans ce domaine, l'équation:

$$\Delta v - m^2 v = 0$$

et tendant uniformément vers l'unité lorsque la plus courte distance du point $B$ à la ligne $(S)$ tend vers zéro[1].

[1]) Nous introduisons la fonction $v$ pour simplifier la démonstration, mais il eût été facile, en s'appuyant sur le § 19, d'éviter l'introduction de cette fonction.

Il est même aisé de voir que, si l'on désigne par $b$ la plus courte distance du point $B$ à la ligne $(S)$, on aura:

$$| v(B) - \; | < C . b \tag{8}$$

en désignant par $C$ une quantité indépendante de la position du point $B$ dans le domaine $(D)$.

Pour établir ce point, envisageons le point $B'$ de $(S)$ le plus voisin du point $B$ et faisons passer par ce point un cercle $(\Sigma)$ extérieur au domaine $(D)$. Supposons, comme nos hypothèses nous y autorisent, que le rayon $R$ du cercle $(\Sigma)$ ait une valeur indépendante de la position du point $B'$ sur $(S)$. Désignons par $r$ la distance du point $B$ au centre du cercle $(\Sigma)$. On aura manifestement:

$$\frac{\varphi(r)}{\varphi(R)} < v < 1$$

en désignant ici par $\varphi(r)$ la même fonction que dans la formule (4) de l'Introduction. Or:

$$\left| \frac{\varphi(r)}{\varphi(R)} - 1 \right| < \frac{1}{2 \pi \varphi(R)} \frac{b}{R} \, ;$$

donc l'inégalité (8) aura certainement lieu si l'on pose:

$$C = \frac{1}{2 \pi R \varphi(R)} \, .$$

Sachant que l'inégalité (8) a lieu, on trouve de suite:

$$v(B) = \int_{(S)} \frac{dG(A, B, m^2)}{dN_A} \, ds_A \, . \tag{9}$$

On a donc:

$$\int_{(S)} \frac{dG(A, B, m^2)}{dN_A} \, ds_A < 1 \, .$$

Dès lors l'inégalité (7) donne:

$$| u(B) | < \mu \left\{ 1 + \int_{(S)} | h(A) | \, ds_A \right\} . \tag{10}$$

Il est donc prouvé qu'il est possible de faire correspondre au nombre $\mu$, si petit qu'il soit, un nombre $\varrho$ tel que l'inégalité (5)

entraîne l'inégalité (10). Donc dans le cas particulier où la relation (3) a lieu, notre proposition est démontrée. Le cas général se ramène au cas particulier qui vient d'être considéré en remarquant que les équations (2) et (9) donnent:

$$u = \int \left\{ h(A) - h(P) \right\} \frac{d\,G(A, B, m^2)}{dN_A} ds_A + h(P)\,v.$$

§ 27. Considérons encore un point déterminé $P$ situé sur la ligne $(S)$, mais supposons maintenant que le point $P$ ne coïncide avec aucun sommet de cette ligne. Prenons, sur le „côté" de la ligne $(S)$ portant le point $P$, ce point lui-même pour origine des arcs et supposons que la fonction $h(A)$ considérée comme fonction de l'arc $S = \widehat{PA}$ jouisse, lorsque la valeur absolue de la variable $s$ ne dépasse pas une certaine limite, de la propriété suivante:

(11) $$|h(A) - (a + bs)| < C\,|s|^{1+p}$$

en désignant par $a$ et $b$ des constantes quelconques, par $C$ une constante positive et par $p$ un nombre différent de zéro et positif.

Je dis que, dans ces conditions, la fonction $u$ définie par la formule (2), jouira de la propriété suivante: la quantité

$$\frac{du}{dN_P}$$

existe. Prenons le point $P$ pour origine des coordonnées, dirigeons l'axe des $y$ suivant la normale à la ligne $(S)$ vers l'intérieur du domaine $(D)$ et supposons que le sens des axes positifs ait été choisi de façon que l'on ait:

$$\left|\frac{ds}{dx}\right|_{s=0} = 1\,.$$

Posons:

$$w = \frac{a}{2}(e^{mx} + e^{-mx}) + \frac{b}{2m}(e^{mx} - e^{-mx})$$

(12) $$u_1 = u - w\,.$$

Désignons par $k(A)$ la valeur de la fonction $w$ en un point $A$ situé sur la ligne $(S)$ et posons:

$$h_1(A) = h(A) - k(A)\,.$$

Nous aurons:

$$u_1(B) = \int_{(S)} h_1(A) \frac{dG(A, B, m^2)}{dN_A} ds_A$$

et la fonction $h_1$ satisfera, pour des valeurs assez petites en valeur absolue de l'abscissse $x$ du point $A$, à l'inégalité suivante:

$$h.(A) | < C_1 | x |^{1+p}.$$

Considérons la quantité:

$$\left(\frac{\partial u_1}{\partial y}\right)_{x=0} . \tag{13}$$

En s'appuyant sur l'une des inégalités (65) du chapitre précédent, on établira aisément que l'expression (13) tend vers une limite déterminée, lorsque $y$ tend vers zéro par valeurs positives. En d'autres termes, la quantité:

$$\frac{du_1}{dN_P}$$

existe. Donc, à cause de la relation (12), il en est de même de la quantité:

$$\frac{du}{dN_P} . \tag{14}$$

C'est ce que nous voulions établir.

La méthode qui vient d'être indiquée pour établir l'existence de la quantité (14) dans les hypothèses où nous nous sommes placés, permet d'établir la proposition que voici: soient $E$ et $F$ deux points situés sur un même côté de la ligne $(S)$ et tels qu'aucun d'eux ne soit un sommet; supposons que la fonction $k(A)$ considérée comme fonction de l'arc $S = \widetilde{EA}$ admette, pour toute position du point $A$ sur l'arc $\widetilde{EF}$ une dérivée déterminée $h'(s)$ telle que l'on ait:

$$h'(s) - h'(s_1) | < C | s - s_1 \quad ^p$$

en désignant par $C$ une constante et par $p$ un nombre différent de zéro et positif. La dérivée $\frac{du}{dN_A}$ existerait en tout point $A$ de l'arc $\widetilde{EF}$, distinct des points $E$ et $F$ et serait une fonction continue de l'arc $S$.

Après ce que nous avons vu, il y a un instant, la démonstra-

tion de l'existence de la quantité $\frac{du}{dN_A}$ est immédiate. Pour établir la continuité de cette quantité, il suffira, ce qui est aisé, de prouver ceci: menons par $A$ la normale à la ligne $(S)$, en ayant soin de la diriger vers l'intérieur du domaine $(D)$. Soient $\alpha$ et $\beta$ ses cosinus directeurs et $Q$ un point situé sur la normale considérée, à l'intérieur du domaine $(D)$ et assez près du point $A$ pour que le segment $AQ$ n'ait, en dehors du point $A$, aucun point commun avec la ligne $(S)$.

La quantité:

$$\alpha \frac{\partial u}{\partial x} + \beta \frac{\partial u}{\partial y}$$

où $x$ et $y$ représentent les coordonnées du point $Q$, tend uniformément vers sa limite $\frac{du}{dN_A}$, lorsque le segment $AQ$ tend vers zéro, le point $A$ pouvant en même temps varier sur l'arc $\overset{\frown}{EF}$, mais de façon que ses distances aux points $E$ et $F$ ne deviennent jamais inférieures à une limite fixe non nulle, que l'on peut d'ailleurs se fixer aussi petite que l'on voudra.

Les quelques applications qui précèdent, nous paraissent être bien propres à mettre en évidence l'intérêt des inégalités établies au chapitre précédent.

## Table des matières.



---

52. Note du redacteur. M. Weyberg nous prie du faire savoir qu'il signes ses travaux: **Z.** Weyberg et non **S.** Weyberg.


Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Józefa Rostafińskiego.

Kraków, 1906. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

21 Grudnia 1906.

**Errata du mémoire de M. S. Zaremba:**
**„Sur la fonction de Green et quelques-unes de ses applications“.**

Page 804 lignes 5 et 21 en descendant: au lieu de „formées“ lire „fermées“.

Page 804 ligne 22 en descendant: au lieu de „formée“ lire „fermée“.

Page 814 ligne 18 en descendant: au lieu de „termer“ lire „donner“.

Page 815 ligne 5 en remontant: séparer les mots „suivante“ et „si“ par deux points.

Page 816 ligne 1: au lieu de „varielles“ lire „variables“.

Page 817 lignes 14 et 15 en descendant: au lieu de „supposons“ lire „supposerons“.

Page 817 ligne 9 en remontant: au lieu de „coupent“ lire „coupant“.

Page 818 second membre de l'équation (1): remplacer le symbole: $(a\ R)$ par l'expression: $(a-R)$.

Page 820 lignes 11 et 10 en remontant: au lieu de „continue, posons“ lire „continue. Posons“.

Page 823 ligne 11 en remontant: au lieu de $\frac{\gamma_1}{\gamma_2}$ lire $\frac{r_1}{r_2}$.

Page 825 ligne 11 en descendant: intercaler entre „$h$“ et „peut“ l'expression „sur le cercle $(C_2)$“.

Page 826 ligne 8 en descendant: au lieu de (35) lire (34).

Page 826 ligne 10 en descendant: au lieu de $B$ lire $B_1$.

Page 826 ligne 13 en descendant: au lieu de $(C_2)$ lire $(C'_2)$.

Page 828 ligne 12 en descendant: au lieu de „l'intérieur“ lire „l'extérieur“.

Page 828 ligne 16 en remontant: supprimer les mots „les coordonnées“.

Page 830 ligne 4: remplacer l'expression: „$\cos\alpha + \sin\alpha - 0$“ par l'expression: „$\cos\alpha + \sin\alpha - 1$“.

Page 830 ligne 13 en remontant: au lieu de „$(b^2 - R^2)$“ lire „$(b - R)^2$“.

Page 831 ligne 4 en remontant: au lieu de „$\frac{\partial u}{\partial z}$“ lire „$\frac{\partial u}{\partial x}$“.

Page 831 ligne 2 en remontant: au lieu de „fonctions“ lire „nombres réels“.

Page 831 ligne 1 en remontant: au lieu de „$\lambda^2 + \mu^2 - 1$“ lire „$\lambda^2 + \mu^2 = 1$“.

Page 833 ligne 14 en descendant: au lieu de „Théorème“ lire „Théorèmes“.

Page 834 ligne 14 en remontant: au lieu de „$g\,(A, B, m)^2$“ lire „$g\,(A, B, m^2)$“.

Page 834 ligne 10 en remontant: rétablir le facteur: $-2\pi$.

Page 836 ligne 4 en descendant: au lieu de „position“ lire „positive“.

Page 837 ligne 1: au lieu de $L$ lire $T$.

Page 842 ligne 4 en remontant: au lieu de $s\,(A, B)$ lire $s\,(A, B, m^2)$.

Page 843 ligne 2 en descendant: au lieu de $S\,(A, B)$ lire $s\,(A, B, m^2)$.

Page 847 ligne 15 en descendant: au lieu de $2M\frac{y}{r^2}$ lire $2M\frac{y'}{r^2}$.

Page 849 ligne 5 en remontant: remplacer toute cette ligne par les mots: „des limites“.

Page 849 ligne 4 en remontant: au lieu de „inférieure non nulle“ lire „inférieures non nulles“.

Page 852 ligne 10 en descendant: au lieu de „$m_2\ \varphi\ (r)$“ lire „$m^2\ \varphi\ (r)$“.

Page 854 ligne 14 en descendant: au lieu de „longueur finie“ lire „longueur fixe“.

Page 854 ligne 4 en remontant: au lieu de $\widehat{AE}$ lire $\widehat{BE}$.

Page 861 inégalité (8): remplacer le premier membre par l'expression: $|v\,(B) - 1|$.

Page 862 ligne 11 en descendant: au lieu de $S = \widehat{PA}$ lire $s = \widehat{PA}$.

Page 863 ligne 9 en remontant: au lieu de $k\,(A)$ lire $h\,(A)$.

Page 863 ligne 8 en remontant: au lieu de $S = \widehat{EA}$ lire $s = \widehat{EA}$.

Page 864 ligne 9 en remontant: au lieu de „Théorème“ lire „Théorèmes“.

# PUBLICATIONS DE L'ACADEMIE
## 1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie.

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Seances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

---

Corpus antiquissimorum poëtarum Poloniae latinorum usque ad Joannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI e. XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spec. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. — Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed. A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI. Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes, — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wislocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Vindobonensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III — VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« *(Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« *(Mémoires)*, in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« *(Séances et travaux)*, in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« *(Comptes rendus de la Commission de physiographie)*, in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« *(Atlas géologique de la Galicie)*, in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« *(Comptes rendus de la Commission d'anthropologie)*, in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

Świętek J., »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« *(Les populations riveraines de la Raba en Galicie)*, in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« *(Histoire de l'infanterie polonaise)*, in 8-vo. 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

»Rocznik Akademii.« *(Annuaire de l'Académie)*, in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« *(Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888)*. 8-vo, 1889. — 4 k.

Nº 10. DÉCEMBRE. 1906.

# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
## DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

# ANZEIGER
DER
# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
## IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITE
1907.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :
S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR : S. E. M. JULIEN DE DUNAJEWSKI.

PRÉSIDENT : S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADEMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

*a)* classe de philologie,

*b)* classe d'histoire et de philosophie,

*c)* classe des Sciences mathématiques et naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin international" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des sciences mathématiques et naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Le prix de l'abonnement est de 6 k. = 8 fr.
Les livraisons se vendent séparément à 80 h. = 90 centimes.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. Joseph Rostafiński,
Secrétaire de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.
Kraków, 1907. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem J. Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

**Nº 10. Décembre 1906.**



## Séance du lundi 3 Décembre 1906.

Présidence de M. K. OLSZEWSKI.

53. M. K. ŻORAWSKI m. c. **O niezmiennikach różniczkowych powierzchni ze względu na grupę liniową i o powierzchniach translacyjnych.** ***(Über die Differentialinvarianten der Fläche in bezug auf die lineare Gruppe und über Translationsflächen).*** (*Sur les invariants différentiels de surface par rapport au groupe linéaire et sur les surfaces de translation*).

Viele Betrachtungen, die in der allgemeinen Flächentheorie und besonders unter Zugrundelegung der Parameterdarstellung der Fläche angestellt werden, können als Ausführungen charakterisiert werden, die verschiedenartige Differentialinvarianten der Gruppe der euklidischen Bewegungen des Raumes betreffen. Es liegt der Gedanke nahe, auch für andere Gruppen des Raumes die Differentialinvarianten-Kategorien zu untersuchen, welche durch die Parameterdarstellung der Fläche geboten werden. Insbesondere ist es von Interesse, derartige Betrachtungen für projektive Gruppen anzustellen, und wir beschäftigen uns in der gegenwärtigen Abhandlung mit Differentialinvarianten in bezug auf die lineare Gruppe mit der Absicht, ferner auch einige andere Teile dieser Gegenstände zu behandeln. Es mag bemerkt werden, daß Tresse Differentialinvarianten der Fläche in bezug auf projektive Gruppen unter Zugrundelegung einer Relation zwischen kartesichen Koordinaten

untersuchte [1]). Es ist klar, daß die Beziehung unserer Betrachtungen zu den Tresse'schen eine derartige ist, wie etwa der allgemeinen Flächentheorie in Parameterdarstellung zur Behandlung derselben in kartesischen Koordinaten. Den Schluß der gegenwärtigen Abhandlung bildet eine Anwendung der erhaltenen Differentialinvarianten auf Translationsflächen. Wir haben nämlich in einem früheren Aufsatze [2]) das Problem der Bestimmung von Scharen kongruenter und gleichgestellter Flächenkurven mit Benutzung der Parameterdarstellung der Fläche behandelt und nun bieten wir diese Untersuchung in einer Form dar, wo die genannten Differentialinvarianten zur Geltung kommen.

1. Es seien $x$, $y$, $z$ die rechtwinkeligen Kartesischen Koordinaten des Punktes im Raume und man betrachte die spezielle lineare Gruppe des Raumes, d. h. die Gruppe, deren infinitesimale Transformationen die folgenden sind:

$$(1)\qquad \begin{gathered} \frac{\partial f}{\partial x},\ \frac{\partial f}{\partial y},\ \frac{\partial f}{\partial z},\ x\frac{\partial f}{\partial x}-z\frac{\partial f}{\partial z},\ y\frac{\partial f}{\partial y}-z\frac{\partial f}{\partial z},\\ z\frac{\partial f}{\partial y},\ y\frac{\partial f}{\partial z},\ x\frac{\partial f}{\partial z},\ z\frac{\partial f}{\partial x},\ y\frac{\partial f}{\partial x},\ x\frac{\partial f}{\partial y}. \end{gathered}$$

Es seien ferner die Gleichungen der Fläche:

$$x=x\,(u,\ v),\quad y=y\,(u,\ v),\quad z=z\,(u,\ v),$$

und man nenne Differentialinvarianten des Parametersystems $u$, $v$ diejenigen Differentialinvarianten einer Gruppe des Raumes $x, y, z$, welche entstehen, sobald man die Parameter $u$, $v$ unverändert läßt. Wenn man die Bezeichnung:

$$\varphi_{ik}=\frac{\partial^{i+k}\varphi}{\partial u^i\,\partial v^k}$$

benutzt, so wird man die Differentialgleichungen, denen die Differentialinvarianten des Parametersystems $u$, $v$ in bezug auf die spezielle lineare Gruppe genügen, folgendermaßen darstellen können:

[1]) Acta mathematica, Band XVIII, S. 69 u. ff.

[2]) Leipziger Berichte, Band LVII, S. 233—245.

$$
\left.
\begin{array}{l}
\displaystyle\sum_{0}^{n}{}'_{i} \sum_{0}^{n-i}{}'_{k} \left( x_{ik} \frac{\partial f}{\partial x_{ik}} - z_{ik} \frac{\partial f}{\partial z_{ik}} \right) = 0, \\
\displaystyle\sum_{0}^{n}{}'_{i} \sum_{0}^{n-i}{}'_{k} \left( y_{ik} \frac{\partial f}{\partial y_{ik}} - z_{ik} \frac{\partial f}{\partial z_{ik}} \right) = 0, \\
\displaystyle\sum_{0}^{n}{}'_{i} \sum_{0}^{n-i}{}'_{k} z_{ik} \frac{\partial f}{\partial y_{ik}} = 0, \quad \sum_{0}^{n}{}'_{i} \sum_{0}^{n-i}{}'_{k} y_{ik} \frac{\partial f}{\partial z_{ik}} = 0, \\
\displaystyle\sum_{0}^{n}{}'_{i} \sum_{0}^{n-i}{}'_{k} x_{ik} \frac{\partial f}{\partial z_{ik}} = 0, \quad \sum_{0}^{n}{}'_{i} \sum_{0}^{n-i}{}'_{k} z_{ik} \frac{\partial f}{\partial x_{ik}} = 0, \\
\displaystyle\sum_{0}^{n}{}'_{i} \sum_{0}^{n-i}{}'_{k} y_{ik} \frac{\partial f}{\partial x_{ik}} = 0, \quad \sum_{0}^{n}{}'_{i} \sum_{0}^{n-i}{}'_{k} x_{ik} \frac{\partial f}{\partial y_{ik}} = 0.
\end{array}
\right| \quad (2)
$$

Durch Integration dieses Systems von Differentialgleichungen wird man alle Differentialinvarianten bis zur $n$-ten Ordnung inklusive finden können, wobei zu bemerken ist, daß die bei den Buchstaben $\Sigma$ stehenden Akzente bezeichnen sollen, daß für $i$ und $k$ nicht gleichzeitig der Wert Null angenommen werden kann.

Es ist leicht zu ersehen, daß das System (2) keine Differentialinvarianten erster Ordnung liefert. Ferner sieht man auch ohne Schwierigkeit, daß für jede andere Ordnung $n$ alle Gleichungen dieses Systems voneinander unabhängig sind. Da nun diese Gleichungen ein vollständiges System bilden, so kommt man leicht zu dem Schluß, daß die Anzahl der betrachteten Differentialinvariaten 2ter Ordnung gleich 7, die dritter Ordnung gleich 12 und überhaupt die der $n$-ten Ordnung gleich $3(n+1)$ ist. Wir bemerken dabei, daß wir unter der Anzahl der Differentialinvarianten $n$-ter Ordnung die Zahl derjenigen Lösungen des Systems (2) verstehen, die voneinander und von allen Differentialinvarianten aller niedrigeren Ordnungen unabhängig sind und mit ihnen zusammen die Gesamtheit der Lösungen des Systems (2) ausmachen.

Wir werden die Differentialinvarianten des Koordinatensystems $u$, $v$ in einer Form angeben, die unmittelbar auf alle Fälle angewendet werden kann, in denen die Kurven $u$=const. und $v$=const. nicht einander konjugiert sind. Es ist leicht, alle diese Differentialinvarianten sofort anzugeben, da jede Determinante dritter Ordnung der Matrix:

$$\begin{vmatrix} x_{10}, & x_{01}, & x_{20}, & x_{11}, & x_{02}, & \ldots, & x_{n0}, & x_{n-1,1}, & \ldots, & x_{0n} \\ y_{10}, & y_{01}, & y_{20}, & y_{11}, & y_{02}, & \ldots, & y_{n0}, & y_{n-1,1}, & \ldots, & y_{0n} \\ z_{10}, & z_{01}, & z_{20}, & z_{11}, & z_{02}, & \ldots, & z_{n0}, & z_{n-1,1}, & \ldots, & z_{0n} \end{vmatrix}$$

eine Lösung des Systems (2) ist und aus der Gesamtheit dieser Determinanten für jede Ordnung die oben aufgestellte Zahl von Differentialinvarianten gewählt werden kann. Wir führen nämlich die Bezeichnungen:

$$(3)\quad D_{ik} = \begin{vmatrix} x_{10}, & x_{01}, & x_{ik} \\ y_{10}, & y_{01}, & y_{ik} \\ z_{10}, & z_{01}, & z_{ik} \end{vmatrix}, \quad D'_{ik} = \begin{vmatrix} x_{01}, & x_{11}, & x_{ik} \\ y_{01}, & y_{11}, & y_{ik} \\ z_{01}, & z_{11}, & z_{ik} \end{vmatrix}, \quad D''_{ik} = \begin{vmatrix} x_{11}, & x_{10}, & x_{ik} \\ y_{11}, & y_{10}, & y_{ik} \\ z_{11}, & z_{10}, & z_{ik} \end{vmatrix}$$

ein und bemerken, daß sobald die Indices $i$, $k$ nicht den Wertsystemen 1,0; 0,1; 1,1 gleich sind, die Größen $D_{ik}$, $D'_{ik}$, $D''_{ik}$ lineare homogene Ausdrücke in bezug auf die Differentialquotienten $x_{ik}$, $y_{ik}$, $z_{ik}$ sind und die Determinante dieser Ausdrücke gleich $D^2_{11}$ ist. Diese Ausdrücke sind also voneinander unabhängig und wir kommen zu dem Schlusse, daß die Determinanten:

$$(4)\qquad D_{11},\ D_{20},\ D'_{20},\ D''_{20},\ D_{02},\ D'_{02},\ D''_{02}$$

7 voneinander unabhängige Differentialinvarianten zweiter Ordnung und die Determinanten:

$$(5)\qquad D_{ik},\ D'_{ik},\ D''_{ik}\quad (i + k = n)$$

$3\,(n+1)$ voneinander unabhängige Differentialinvarianten $n$-ter Ordnung sind. Auf diese Weise sind eben die Differentialinvarianten unserer Gruppe aufgestellt worden.

2. Wenn man eine Differentialinvariante nach $u$ oder $v$ differenziert, so ergibt sich wieder eine Differentialinvariante. Wir wollen uns damit beschäftigen, die Formeln aufzustellen, mittels deren es möglich wäre, die Ableitungen jeder der betrachteten Determinanten durch diese Determinanten auszudrücken.

Der Kürze halber werden wir die Formeln (3) folgendermaßen schreiben:

$$D_{ik} = |\,x_{10},\ x_{01},\ x_{ik}\,|,\quad D'_{ik} = |\,x_{01},\ x_{11},\ x_{ik}\,|,\quad D''_{ik} = |\,x_{11},\ x_{10},\ x_{ik}\,|$$

und mit Benutzung dieser kürzeren Bezeichnungsweise erhält man durch Differentiation die folgenden Formeln:

$$\frac{\partial D_{ik}}{\partial u} = |x_{10}, x_{01}, x_{i+1,k}| + |x_{20}, x_{01}, x_{ik}| + |x_{10}, x_{11}, x_{ik}|;$$

$$\frac{\partial D_{ik}}{\partial v} = |x_{10}, x_{01}, x_{i,k+1}| + |x_{11}, x_{01}, x_{ik}| + |x_{10}, x_{02}, x_{ik}|;$$

$$\frac{\partial D'_{ik}}{\partial u} = |x_{01}, x_{11}, x_{i+1,k}| + |x_{01}, x_{21}, x_{ik}|,$$

$$\frac{\partial D'_{ik}}{\partial v} = |x_{01}, x_{11}, x_{i,k+1}| + |x_{02}, x_{11}, x_{ik}| + |x_{01}, x_{12}, x_{ik}|;$$

$$\frac{\partial D''_{ik}}{\partial u} = |x_{11}, x_{10}, x_{i+1,k}| + |x_{21}, x_{10}, x_{ik}| + |x_{11}, x_{20}, x_{ik}|;$$

$$\frac{\partial D''_{ik}}{\partial v} = |x_{11}, x_{10}, x_{i,k+1}| + |x_{12}, x_{10}, x_{ik}|.$$

Die rechter Hand stehenden Determinanten lassen sich aber durch die Determinanten ausdrücken, die in den Reihen (4) und (5) enthalten sind.

Wir werden zu diesem Zwecke eine Relation der Determinantentheorie in Anwendung bringen. Wenn nämlich eine Matrix von 3 Zeilen und 5 Kolonnen vorliegt, die wir kurz in der Weise:

$$|1, 2, 3, 4, 5|$$

schreiben wollen, so findet unter Benutzung analoger Bezeichnungsweise für die Determinanten dieser Matrix die Beziehung statt:

$$|1,2,3|\,|1,4,5| + |1,2,4|\,|1,5,3| + |1,2,5|\,|1,3,4| = 0$$ [1].

Mit Hilfe dieser Beziehung erhält man die folgenden Formeln:

$$D_{11}\,|x_{10}, x_{02}, x_{ik}| + D_{02}\,D''_{ik} - D''_{02}\,D_{ik} = 0,$$
$$D_{11}\,|x_{10}, x_{21}, x_{ik}| + D_{21}\,D''_{ik} - D''_{21}\,D_{ik} = 0,$$
$$D_{11}\,|x_{10}, x_{12}, x_{ik}| + D_{12}\,D''_{ik} - D''_{12}\,D_{ik} = 0,$$
$$D_{11}\,|x_{01}, x_{20}, x_{ik}| + D'_{20}\,D_{ik} - D_{20}\,D'_{ik} = 0,$$
$$D_{11}\,|x_{01}, x_{21}, x_{ik}| + D'_{21}\,D_{ik} - D_{21}\,D'_{ik} = 0,$$
$$D_{11}\,|x_{01}, x_{12}, x_{ik}| + D'_{12}\,D_{ik} - D_{12}\,D'_{ik} = 0,$$
$$D_{11}\,|x_{11}, x_{20}, x_{ik}| + D''_{20}\,D'_{ik} - D'_{20}\,D''_{ik} = 0,$$
$$D_{11}\,|x_{02}, x_{11}, x_{ik}| + D'_{02}\,D''_{ik} - D''_{02}\,D'_{ik} = 0,$$

aus denen sich die Beziehungen:

[1]) Siehe E. Pascal. Die Determinanten. Leipzig 1900, S. 122.

$$(6)\quad \begin{aligned} \frac{\partial D_{ik}}{\partial u} &= D_{i+1,k} - D''_{ik} + \frac{D'_{20} D_{ik} - D_{20} D'_{ik}}{D_{11}}, \\ \frac{\partial D_{ik}}{\partial v} &= D_{i,k+1} - D'_{ik} + \frac{D''_{02} D_{ik} - D_{02} D''_{ik}}{D_{11}} \end{aligned}$$

und die Beziehungen:

$$(7)\quad \left|\begin{aligned} \frac{\partial D'_{ik}}{\partial u} &= D'_{i+1,k} + \frac{D_{21} D'_{ik} - D'_{21} D_{ik}}{D_{11}}, \\ \frac{\partial D'_{ik}}{\partial v} &= D'_{i,k+1} + \frac{D_{12} D'_{ik} - D'_{12} D_{ik}}{D_{11}} + \frac{D''_{02} D'_{ik} - D'_{02} D''_{ik}}{D_{11}}, \\ \frac{\partial D''_{ik}}{\partial u} &= D''_{i+1,k} + \frac{D_{21} D''_{ik} - D''_{21} D_{ik}}{D_{11}} + \frac{D'_{20} D''_{ik} - D''_{20} D'_{ik}}{D_{11}}, \\ \frac{\partial D''_{ik}}{\partial v} &= D''_{i,k+1} + \frac{D_{12} D''_{ik} - D''_{12} D_{ik}}{D_{11}} \end{aligned}\right.$$

ergeben. Dies sind die Formeln für die Ableitungen der betrachteten Determinanten, die aufgestellt werden sollten.

3. Wir wollen diese Formeln zuerst auf die Größen (4) anwenden. Auf grund der Beziehungen (6) ergibt sich:

$$(8)\quad \begin{aligned} \frac{\partial D_{11}}{\partial u} &= D_{21} + D'_{20}, & \frac{\partial D_{11}}{\partial v} &= D_{12} + D''_{02}, \\ \frac{\partial D_{20}}{\partial u} &= D_{30} - D''_{20}, & \frac{\partial D_{02}}{\partial v} &= D_{03} - D'_{02}, \end{aligned}$$

und auch

$$\begin{aligned} \frac{\partial D_{20}}{\partial v} &= D_{21} - D'_{20} + \frac{D''_{02} D_{20} - D_{02} D''_{20}}{D_{11}}, \\ \frac{\partial D_{02}}{\partial u} &= D_{12} - D''_{02} + \frac{D'_{20} D_{02} - D_{20} D'_{02}}{D_{11}}; \end{aligned}$$

man sieht also, daß die Relationen:

$$(9)\quad \begin{aligned} \frac{\partial D_{11}}{\partial u} - \frac{\partial D_{20}}{\partial v} &= 2 D'_{20} - \frac{D''_{02} D_{20} - D_{02} D''_{20}}{D_{11}}, \\ \frac{\partial D_{12}}{\partial v} - \frac{\partial D_{02}}{\partial u} &= 2 D''_{02} - \frac{D'_{20} D_{02} - D_{20} D'_{02}}{D_{11}} \end{aligned}$$

stattfinden. Es ist klar, daß die unabhängigen Differentialinvarianten 3ter Ordnung:

$$D_{30},\ D_{21},\ D_{12},\ D_{03}$$

durch die unabhängigen Differentialinvarianten:

$$\frac{\partial D_{11}}{\partial u}, \quad \frac{\partial D_{11}}{\partial v}, \quad \frac{\partial D_{20}}{\partial u}, \quad \frac{\partial D_{02}}{\partial v} \tag{10}$$

ersetzt werden können und daß die Differentialinvarianten:

$$\frac{\partial D_{20}}{\partial v}, \quad \frac{\partial D_{02}}{\partial u}$$

durch die letztgenannten unabhängigen Differentialinvarianten 3ter Ordnung und die Differentialinvarianten 2ter Ordnung sich mit Hilfe der Beziehungen (9) ausdrücken lassen. Ferner ergibt sich bei Benutzung der Formeln (7):

$$\left.\begin{aligned}
D_{11}\frac{\partial D'_{20}}{\partial u} &= D_{11}D'_{30} - D_{20}D'_{21} + D'_{20}D_{21}, \\
D_{11}\frac{\partial D'_{02}}{\partial v} &= D_{11}D'_{21} - D_{20}D'_{12} + D'_{20}D_{12} + \\
&\quad + D''_{02}D'_{20} - D'_{02}D''_{20}, \\
D_{11}\frac{\partial D'_{02}}{\partial u} &= D_{11}D'_{12} - D_{02}D'_{21} + D'_{02}D_{21}, \\
D_{11}\frac{\partial D'_{02}}{\partial v} &= D_{11}D'_{03} - D_{02}D'_{12} + D'_{02}D_{12}, \\
D_{11}\frac{\partial D''_{20}}{\partial u} &= D_{11}D''_{30} - D_{20}D''_{21} + D''_{20}D_{21}, \\
D_{11}\frac{\partial D''_{20}}{\partial v} &= D_{11}D''_{21} - D_{20}D''_{12} + D''_{20}D_{12}, \\
D_{11}\frac{\partial D''_{02}}{\partial u} &= D_{11}D''_{12} - D_{02}D''_{21} + D''_{02}D_{21} + \\
&\quad + D'_{20}D''_{02} - D''_{20}D'_{02}, \\
D_{11}\frac{\partial D''_{02}}{\partial v} &= D_{11}D''_{03} - D_{02}D''_{12} + D''_{02}D_{12}.
\end{aligned}\right\} \tag{11}$$

Mit Hilfe dieser und einiger früheren Relationen kann man auch die Determinanten:

$$D'_{30}, \; D'_{21}, \; D'_{12}, \; D'_{03}; \; D''_{30}, \; D''_{21}, \; D''_{12}, \; D''_{03} \tag{12}$$

durch die Größen (4) und deren erste Ableitungen ausdrücken. Es ergeben sich nämlich acht Formeln, es wird aber genügen, wenn wir die folgenden vier explicite anführen:

$$(D_{20}\,D_{02} - D_{11}^2)\,D'_{21} = - D_{20}\left(D_{11}\,\frac{\partial D'_{02}}{\partial u} - D'_{02}\,\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) -$$

$$- D_{11}\left(D_{11}\,\frac{\partial D'_{20}}{\partial v} - D'_{20}\,\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right) - D'_{02}\,(D_{20}\,D'_{20} + D_{11}\,D''_{20}),$$

$$(D_{20}\,D_{02} - D_{11}^2)\,D'_{12} = - D_{02}\left(D_{11}\,\frac{\partial D'_{20}}{\partial v} - D'_{20}\,\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right) -$$

$$- D_{11}\left(D_{11}\,\frac{\partial D'_{02}}{\partial u} - D'_{02}\,\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) - D'_{02}\,(D_{02}\,D''_{20} + D_{11}\,D'_{20});$$

$$(D_{20}\,D_{02} - D_{11}^2)\,D''_{21} = - D_{20}\left(D_{11}\,\frac{\partial D''_{02}}{\partial u} - D''_{02}\,\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) -$$

$$- D_{11}\left(D_{11}\,\frac{\partial D''_{20}}{\partial v} - D''_{20}\,\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right) - D''_{20}\,(D_{20}\,D'_{02} + D_{11}\,D''_{02}),$$

$$(D_{20}\,D_{02} - D_{11}^2)\,D''_{12} = - D_{02}\left(D_{11}\,\frac{\partial D''_{20}}{\partial v} - D''_{20}\,\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right) -$$

$$- D_{11}\left(D_{11}\,\frac{\partial D''_{02}}{\partial u} - D''_{02}\,\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) - D''_{20}\,(D_{02}\,D''_{02} + D_{11}\,D'_{02}).$$

Die unabhängigen Differentialinvarianten (12) können durch die Ableitungen:

$$\frac{\partial D'_{20}}{\partial u},\quad \frac{\partial D'_{20}}{\partial v},\quad \frac{\partial D'_{02}}{\partial u},\quad \frac{\partial D'_{02}}{\partial v}$$

$$\frac{\partial D''_{20}}{\partial u},\quad \frac{\partial D''_{20}}{\partial v},\quad \frac{\partial D''_{02}}{\partial u},\quad \frac{\partial D''_{02}}{\partial v}$$

ersetzt werden, die voneinander und von den Ableitungen (10) unabhängig sind. Kurz gesagt, die Ableitungen der Differentialinvarianten (4) genügen nur den Relationen (9), und durch diese Ableitungen und die Differentialinvarianten (4) können alle Differentialinvarianten 3ter Ordnung ausgedrückt werden.

4. Wir gehen nun zu den Differentialinvarianten 4ter Ordnung über. Auf grund der Formeln (6) und (8) ergibt sich zuerst:

$$\frac{\partial^2 D_{11}}{\partial u^2} = D_{31} + \ldots,\quad \frac{\partial^2 D_{11}}{\partial u \partial v} = D_{22} + \ldots,\quad \frac{\partial^2 D_{11}}{\partial v^2} = D_{13} + \ldots,$$

$$\frac{\partial^2 D_{20}}{\partial u^2} = D_{40} + \ldots.\quad \frac{\partial^2 D_{02}}{\partial v^2} = D_{04} + \ldots. \tag{13}$$

wo die weggelassenen Glieder dritter und zweiter Ordnung sind. Es bilden also die angeführten Differentialquotienten zweiter Ordnung fünf voneinander unabhängige Differentialinvarianten 4ter Ordnung. Die weiteren Differentialquotienten 2ter Ordnung der Determinanten $D_{20}$, $D_{02}$ d. h. die Differentialquotienten:

$$\frac{\partial^2 D_{20}}{\partial u \partial v}, \quad \frac{\partial^2 D_{20}}{\partial v^2}, \quad \frac{\partial^2 D_{02}}{\partial u^2}, \quad \frac{\partial^2 D_{02}}{\partial u \partial v}$$

können durch die früheren ausgedrückt werden und zwar mit Hilfe derjenigen Relationen 4ter Ordnung, die sich durch Differentiationen aus den Relationen (9) ergeben. Man wende sich ferner zu den Formeln (11). Aus diesen folgen durch Differentiationen die Beziehungen:

$$\left.\begin{aligned}
D_{11}\frac{\partial^2 D'_{20}}{\partial u^2} &= D_{11}D'_{40} - D_{20}D'_{31} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D'_{20}}{\partial u \partial v} &= D_{11}D'_{31} - D_{20}D'_{22} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D'_{20}}{\partial v^2} &= D_{11}D'_{22} - D_{20}D'_{13} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D'_{02}}{\partial u^2} &= D_{11}D'_{22} - D_{02}D'_{31} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D'_{02}}{\partial u \partial v} &= D_{11}D'_{13} - D_{02}D'_{22} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D'_{02}}{\partial v^2} &= D_{11}D'_{04} - D_{02}D'_{13} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D''_{20}}{\partial u^2} &= D_{11}D''_{40} - D_{20}D''_{31} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D''_{20}}{\partial u \partial v} &= D_{11}D''_{31} - D_{20}D''_{22} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D''_{20}}{\partial v^2} &= D_{11}D''_{22} - D_{20}D''_{13} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D''_{02}}{\partial u^2} &= D_{11}D''_{22} - D_{02}D''_{31} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D''_{02}}{\partial u \partial v} &= D_{11}D''_{13} - D_{02}D''_{22} + \dots \\
D_{11}\frac{\partial^2 D''_{02}}{\partial v^2} &= D_{11}D''_{04} - D_{02}D''_{13} + \dots,
\end{aligned}\right| \quad (14)$$

wo die weggelassenen Glieder nur von den Differentialinvarianten (13) und von denjenigen dritter und zweiter Ordnung abhängig sind. Betrachtet man die aufgestellten Beziehungen, so sieht man, daß die zweite und vierte in bezug auf die Differentialinvarianten $D'_{31}$ und $D'_{22}$ und die dritte und fünfte in bezug auf die Differentialinvarianten $D'_{22}$ und $D'_{13}$ aufgelöst werden können. Auf dieselbe Weise ist es möglich, die achte und die zehnte in bezug auf

die Differentialinvarianten $D''_{31}$ und $D''_{22}$ und die neunte und die elfte in bezug auf die Differentialinvarianten $D''_{22}$ und $D''_{13}$ aufzulösen. Man erhält also zwei Ausdrücke für jede von den Größen $D'_{22}$ und $D''_{22}$, d. h. man kommt auf zwei Relationen, von denen die erste die Differentialquotienten:

$$(15) \qquad \frac{\partial^2 D'_{20}}{\partial u \partial v}, \quad \frac{\partial^2 D'_{20}}{\partial v^2}, \quad \frac{\partial^2 D'_{02}}{\partial u^2}, \quad \frac{\partial^2 D'_{02}}{\partial u \partial v}$$

und die zweite die Differentialquotienten:

$$(16) \qquad \frac{\partial^2 D''_{20}}{\partial u \partial v}, \quad \frac{\partial^2 D''_{20}}{\partial v^2}, \quad \frac{\partial^2 D''_{02}}{\partial u^2}, \quad \frac{\partial^2 D''_{02}}{\partial u \partial v}$$

enthält. Durch Hinzunahme der ersten, sechsten, siebenten und zwölften Beziehung können alsdann die Ausdrücke für $D'_{40}$, $D'_{04}$, $D''_{40}$, $D''_{04}$ abgeleitet werden. Wir gelangen zu dem Schluß, daß die Gesamtheit der Ableitungen zweiter Ordnung der Differentialinvarianten $D'_{20}$, $D'_{02}$, $D''_{20}$, $D''_{02}$ zehn voneinander und von den Differentialinvarianten (13) unabhängige Differentialinvarianten liefert. Es bilden daher die Ableitungen zweiter Ordnung (13) und (14) die Gesamtheit der Differentialinvarianten vierter Ordnung und es finden dabei zwei Relationen statt, die durch Differentiation aus den Relationen (9) nicht abgeleitet werden können. Es sollen nun diese zwei Relationen aufgestellt werden.

5. Wir machen vor allem darauf aufmerksam, daß es in Wirklichkeit genügen wird, bloß eine dieser Relationen aufzustellen. Es herrscht nämlich in unseren Formeln eine Symmetrie, mit deren Hilfe, sobald eine von diesen Relationen aufgestellt ist, die andere sogleich angegeben werden kann. Hiefür ist nämlich nichts anderes nötig, als die unteren Indices eines jeden $D$ miteinander zu vertauschen, an Stelle des Akzentes $'$ überall den Akzent $''$ und an Stelle des Akzentes $''$ überall den Akzent $'$ zu setzen und statt $u$ überall $v$, statt $v$ überall $u$ zu nehmen. Wir wenden uns zur Aufstellung derjenigen dieser Relationen, welche die Ableitungen (15) enthält.

In der Nummer 4 haben wir unter anderen die Formeln:

$$(17) \qquad \Delta D'_{21} = A', \quad \Delta D'_{12} = B'$$

aufgestellt, wo

$$\Delta = D_{20}\, D_{02} - D^2_{11}$$

und

$$A' = -D_{20}\left(D_{11}\frac{\partial D'_{02}}{\partial u} - D'_{02}\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) - D_{11}\left(D_{11}\frac{\partial D'_{20}}{\partial v} - \right.$$
$$\left. - D'_{20}\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right) - D'_{02}\left(D_{20}D'_{20} + D_{11}D''_{20}\right);$$
$$B' = -D_{02}\left(D_{11}\frac{\partial D'_{20}}{\partial v} - D'_{20}\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right) - D_{11}\left(D_{11}\frac{\partial D'_{02}}{\partial u} - \right.$$
$$\left. - D'_{02}\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) - D'_{02}\left(D_{02}D''_{20} + D_{11}D'_{20}\right)$$

sind. Wenn man die Gleichungen (17) nach $v$, beziehungsweise $u$ differenziert nnd die Formeln (7) in Anwendung bringt, so ergeben sich die Beziehungen:

$$\Delta\left(D'_{22} + \frac{D_{12}D'_{21} - D'_{12}D_{21}}{D_{11}} + \frac{D''_{02}D'_{21} - D'_{02}D''_{21}}{D_{11}}\right) +$$
$$+ D'_{21}\frac{\partial \Delta}{\partial v} = \frac{\partial A'}{\partial v},$$
$$\Delta\left(D'_{22} + \frac{D_{21}D'_{12} - D'_{21}D_{12}}{D_{11}}\right) + D'_{12}\frac{\partial \Delta}{\partial u} = \frac{\partial B'}{\partial u}$$

und wenn man aus diesen Beziehungen die Größe $D'_{22}$ eliminiert, so folgt die Relation:

$$\Delta\left[2\left(D_{12}D'_{21} - D'_{12}D_{21}\right) + D''_{02}D'_{21} - D'_{02}D''_{21}\right] +$$
$$+ D_{11}\left(D'_{21}\frac{\partial \Delta}{\partial v} - D'_{12}\frac{\partial \Delta}{\partial u}\right) = D_{11}\left(\frac{\partial A'}{\partial v} - \frac{\partial B'}{\partial u}\right).$$

Sobald man die Bezeichnung:

$$B'' = -D_{20}\left(D_{11}\frac{\partial D''_{02}}{\partial u} - D''_{02}\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) - D_{11}\left(D_{11}\frac{\partial D''_{20}}{\partial v} - \right.$$
$$\left. - D''_{20}\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right) - D''_{20}\left(D_{20}D'_{02} + D_{11}D''_{02}\right)$$

einführt und die Formeln der Nummer 3 ausnutzt, kann diese Relation in folgender Weise dargestellt werden:

$$D_{11}\Delta\left(\frac{\partial A'}{\partial v} - \frac{\partial B'}{\partial u}\right) - D_{11}\left(A'\frac{\partial \Delta}{\partial v} - B'\frac{\partial \Delta}{\partial u}\right) - \tag{18}$$
$$-\Delta\left[2\left(A'\frac{\partial D_{11}}{\partial v} - B'\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) - A'D''_{02} + 2B'D'_{20} - B''D_{02}\right] = 0.$$

Wenn wir nun noch die Bezeichnung:

$$A'' = -D_{02}\left(D_{11}\frac{\partial D''_{20}}{\partial v} - D''_{20}\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right) - D_{11}\left(D_{11}\frac{\partial D''_{02}}{\partial u} - \right.$$
$$\left. - D''_{02}\frac{\partial D_{11}}{\partial u}\right) - D''_{20}\left(D_{02}D''_{02} + D_{11}D'_{02}\right)$$

einführen und die frühere Bemerkung über die Symmetrie in Anwendung bringen, so kann die zweite Relation folgende Form erhalten:

$$
(19) \qquad D_{11}\,\Delta\left(\frac{\partial A''}{\partial u}-\frac{\partial B''}{\partial v}\right)-D_{11}\left(A''\frac{\partial\Delta}{\partial u}-B''\frac{\partial\Delta}{\partial v}\right)-
$$

$$
-\Delta\left[2\left(A''\frac{\partial D_{11}}{\partial u}-B''\frac{\partial D_{11}}{\partial v}\right)-A''D'_{20}+2B''D''_{02}-B'D_{20}\right]=0.
$$

Wir wollen noch darauf eingehen, auf welche Weise die Relationen (18) und (19) von den Ableitungen (15) beziehungsweise (16) abhängig sind. Es ist leicht zu konstatieren, daß diese Ableitungen in (18) in der Kombination:

$$
D^2_{11}\,\Delta\left(D_{02}\frac{\partial^2 D'_{20}}{\partial u\partial v}+D_{11}\frac{\partial^2 D'_{02}}{\partial u^2}-D_{20}\frac{\partial^2 D'_{02}}{\partial u\partial v}-D_{11}\frac{\partial^2 D'_{20}}{\partial v^2}\right)
$$

und in (19) in der Kombination:

$$
D^2_{11}\,\Delta\left(D_{20}\frac{\partial^2 D''_{02}}{\partial u\partial v}+D_{11}\frac{\partial^2 D''_{20}}{\partial v^2}-D_{02}\frac{\partial^2 D''_{20}}{\partial u\partial v}-D_{11}\frac{\partial^2 D''_{02}}{\partial u^2}\right)
$$

auftreten. Daraus folgt, daß wir als unabhängige Differentialinvarianten die Ableitungen:

$$
(20) \qquad \begin{array}{ccccc}
\dfrac{\partial^2 D'_{20}}{\partial u^2}, & \dfrac{\partial^2 D'_{20}}{\partial u\partial v}, & \dfrac{\partial^2 D'_{20}}{\partial v^2}, & \dfrac{\partial^2 D'_{02}}{\partial u\partial v}, & \dfrac{\partial^2 D'_{02}}{\partial v^2} \\[2ex]
\dfrac{\partial^2 D''_{02}}{\partial v^2}, & \dfrac{\partial^2 D''_{02}}{\partial u\partial v}, & \dfrac{\partial^2 D''_{02}}{\partial u^2}, & \dfrac{\partial^2 D''_{20}}{\partial u\partial v}, & \dfrac{\partial^2 D''_{20}}{\partial u^2}
\end{array}
$$

auffassen können und daß die Ableitungen:

$$
\frac{\partial^2 D'_{02}}{\partial u^2}, \quad \frac{\partial^2 D''_{20}}{\partial v^2}
$$

mit Hilfe der Relationen (18) und (19) durch die Größen (13) und (20) und durch die Differentialinvarianten niedrigerer Ordnungen ausgedrückt werden können. Die Größen (13) und (20) stellen 15 Differentialinvarianten 4ter Ordnung dar, die voneinander und von den Differentialinvarianten niedrigerer Ordnungen unabhängig sind. Hiermit ist derjenige Teil der gegenwärtigen Betrachtungen erledigt, welcher die Differentialinvarianten 4ter Ordnung betrifft.

6. Wir gehen nun zu den Differentialinvarianten der Ordnung $n > 4$ über. Durch Differentiation ergeben sich aus den Formeln (13) die Formeln:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial^{n-2} D_{11}}{\partial u^{n-2}} = D_{n-1,1} + \ldots, && \frac{\partial^{n-2} D_{11}}{\partial u^{n-3}\,\partial v} = D_{n-2,2} + \ldots, \\ &\frac{\partial^{n-2} D_{11}}{\partial u^{n-4}\,\partial v^2} = D_{n-3,3} + \ldots, \ldots, && \frac{\partial^{n-2} D_{11}}{\partial v^{n-2}} = D_{1,n-1} + \ldots, \\ &\frac{\partial^{n-2} D_{20}}{\partial u^{n-2}} = D_{n\,0} + \ldots, && \frac{\partial^{n-2} D_{02}}{\partial v^{n-2}} = D_{0\,n} + \ldots, \end{aligned}\right\} \quad (21)$$

wo die weggelassenen Glieder niedrigerer Ordnungen sind. Die angeführten Differentialquotienten bilden $n+1$ voneinander und von den Differentialinvarianten niedrigerer Ordnungen unabhängige Differentialinvarianten $n$-ter Ordnung. Es leuchtet ein, daß alle anderen Differentialquotienten $n-2$ Ordnung der Größen $D_{20}$ und $D_{02}$ durch die angeführten Differentialquotienten mit Hilfe derjenigen Relationen ausgedrückt werden können, die durch Differentiation aus den Relationen (9) folgen. Man wende sich ferner zu den Formeln (14). Man kann aus ihnen durch Differentiation die Folmeln:

$$\left.\begin{aligned} &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D'_{20}}{\partial u^{n-2}} = D_{11} D'_{n0} - D_{20} D'_{n-1,1} + \ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D'_{20}}{\partial u^{n-3}\,\partial v} = D_{11} D'_{n-1,1} - D_{20} D'_{n-2,2} + \ldots \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D'_{20}}{\partial v^{n-2}} = D_{11} D'_{2,n-2} - D_{20} D'_{1,n-1} + \ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D'_{02}}{\partial u\,\partial v^{n-3}} = D_{11} D'_{1,n-1} - D_{02} D'_{2,n-2} + \ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D'_{02}}{\partial v^{n-2}} = D_{11} D'_{0n} - D_{02} D'_{1,n-1} + \ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D''_{02}}{\partial v^{n-2}} = D_{11} D''_{0n} - D_{02} D''_{1,n-1} + \ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D''_{02}}{\partial v^{n-3}\,\partial u} = D_{11} D''_{1,n-1} - D_{02} D''_{2,n-2} + \ldots \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D''_{02}}{\partial u^{n-2}} = D_{11} D''_{n-2,2} - D_{02} D''_{n-1,1} + \ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D''_{20}}{\partial v\,\partial u^{n-3}} = D_{11} D''_{n-1,1} - D_{20} D''_{n-2,2} + \ldots \\ &D_{11}\frac{\partial^{n-2} D''_{20}}{\partial u^{n-2}} = D_{11} D''_{n0} - D_{20} D''_{n-1,1} + \ldots \end{aligned}\right\} \quad (22)$$

gewinnen, wo die weggelassenen Glieder von den Differentialinvarianten (21), von Differentialinvarianten niedrigerer Ordnungen und von keinen anderen Größen abhängig sind. Es ist leicht zu sehen, daß die Differentialquotienten $n-2$ Ordnung, die in der Tabelle (22) enthalten sind, voneinander und von den Größen (21) so wie auch von den Differentialinvarianten niedriger Ordnungen unabhängig sind. Die Anzahl dieser Differentialquotienten ist $2(n+1)$. Alle anderen Differentialquotienten $n-2$ Ordnung der Größen $D'_{02}$ und $D''_{20}$ können durch diese $2(n+1)$ und die Größen (21) so wie auch durch die Differentialinvarianten niedrigerer Ordnungen mit Hilfe derjenigen Relationen ausgedrückt werden, die sich aus den Relationen (18) und (19) durch Differentiation ergeben. Da nun die Anzahl der Differentialinvarianten $n$-ter Ordnung gleich $3(n+1)$ ist, so sind wir zum folgenden Schlusse gekommen. Jede Differentialinvariante der betrachteten Gruppe läßt sich als eine Funktion der Größen (4) und ihrer Ableitungen darstellen. Diese Ableitungen erfüllen nur die Relationen (9), (18) und (19) und diejenigen, die sich aus diesen Relationen durch Differentiationen ergeben.

7. Wir haben uns bisher mit der speziellen linearen Gruppe beschäftigt. Wir wollen nun zeigen, auf welche Weise man die erhaltenen Resultate dazu benutzen kann, die analoge Aufgabe für die allgemeine lineare Gruppe aufzulösen.

Die infinitesimalen Transformationen der allgemeinen linearen Gruppe sind:

$$\frac{\partial f}{\partial x}, \quad \frac{\partial f}{\partial y}, \quad \frac{\partial f}{\partial z}, \quad x\frac{\partial f}{\partial x}, \quad y\frac{\partial f}{\partial y}, \quad z\frac{\partial f}{\partial z},$$
$$z\frac{\partial f}{\partial y}, \quad y\frac{\partial f}{\partial z}, \quad x\frac{\partial f}{\partial z}, \quad z\frac{\partial f}{\partial x}, \quad y\frac{\partial f}{\partial x}, \quad x\frac{\partial f}{\partial y}$$

und wenn man sie mit den infinitesimalen Transformationen (1) der speziellen Gruppe vergleicht, so kommt man leicht zu dem Schlusse, daß die Differentialinvarianten der allgemeinen linearen Gruppe als solche Funktionen der früher betrachteten Differentialinvarianten der speziellen Gruppe definiert werden können, die in bezug auf die Differentialquotienten der Koordinaten $x, y, z$ homogen vom nullten Grade sind.

Es gibt 6 unabhängige Differentialinvarianten zweiter Ordnung und als solche können die Größen:

$$\left.\begin{aligned} I_{20} &= \frac{D_{20}}{D_{11}}, & I_{02} &= \frac{D_{02}}{D_{11}}, \\ I'_{20} &= \frac{D'_{20}}{D_{11}}, & I'_{02} &= \frac{D'_{02}}{D_{11}}, \\ I''_{20} &= \frac{D''_{20}}{D_{11}}, & I''_{02} &= \frac{D''_{02}}{D_{11}} \end{aligned}\right| \tag{23}$$

angenommen werden. Wenn man noch die Bezeichnung:

$$I_{11} = \log D_{11} \tag{24}$$

einführt, so wird man sagen können, daß alle Differentialquotienten aller Ordnungen der Größen (23) und (24) Differentialinvarianten der allgemeinen linearen Gruppe sind. Es erhellt daraus, daß diese Differentialquotienten nur mit denjenigen Relationen verbunden sind, die aus den Relationen (9), (18), und (19) folgen.

Aus den Relationen (9) ergeben sich die Relationen:

$$\begin{aligned} \frac{\partial I_{11}}{\partial u} - I_{20}\frac{\partial I_{11}}{\partial v} - \frac{\partial I_{20}}{\partial v} &= 2I'_{20} - I_{20} I''_{02} + I_{02} I''_{20}, \\ \frac{\partial I_{11}}{\partial v} - I_{02}\frac{\partial I_{11}}{\partial u} - \frac{\partial I_{02}}{\partial u} &= 2I''_{02} - I_{02} I'_{20} + I_{20} I'_{02}. \end{aligned} \tag{25}$$

Man kommt ferner leicht zu den Ausdrücken:

$$\begin{aligned} A' &= - D^3_{11}\,\alpha', & B' &= - D^3_{11}\,\beta', \\ A'' &= - D^3_{11}\,\alpha'', & B'' &= - D^3_{11}\,\beta'', \end{aligned}$$

wo $\alpha'$, $\beta'$, $\alpha''$, $\beta''$ die folgenden Werte besitzen:

$$\left.\begin{aligned} \alpha' &= I_{20}\frac{\partial I'_{02}}{\partial u} + \frac{\partial I'_{20}}{\partial v} + I'_{02}\,(I_{20} I'_{20} + I''_{20}), \\ \beta' &= I_{02}\frac{\partial I'_{20}}{\partial v} + \frac{\partial I'_{02}}{\partial u} + I'_{02}\,(I_{02} I''_{20} + I'_{20}), \\ \alpha'' &= I_{02}\frac{\partial I''_{20}}{\partial v} + \frac{\partial I''_{02}}{\partial v} + I''_{20}\,(I_{02} I''_{02} + I'_{02}), \\ \beta'' &= I_{20}\frac{\partial I''_{02}}{\partial u} + \frac{\partial I''_{20}}{\partial v} + I''_{20}\,(I_{20} I'_{02} + I''_{02}). \end{aligned}\right| \tag{26}$$

Beachtet man noch, daß

$$\Delta = D^2_{11}\,(I_{20} I_{02} - 1),$$

so wird man ohne Schwierigkeit die Relationen (18) und (19) in folgender Form darstellen können:

$$(27)\quad\left\{\begin{aligned}
&(I_{20}I_{02}-1)\left(\frac{\partial\beta'}{\partial u}-\frac{\partial\alpha'}{\partial v}+\alpha'\frac{\partial I_{11}}{\partial v}-\beta'\frac{\partial I_{11}}{\partial u}-\alpha' I''_{02}+\right.\\
&\qquad\left.+2\beta' I'_{20}-\beta'' I_{02}\right)+\alpha'\left(I_{02}\frac{\partial I_{20}}{\partial v}+I_{20}\frac{\partial I_{02}}{\partial v}\right)-\\
&\qquad\qquad-\beta'\left(I_{02}\frac{\partial I_{20}}{\partial u}+I_{20}\frac{\partial I_{02}}{\partial u}\right)=0\,,\\
&(I_{20}I_{02}-1)\left(\frac{\partial\beta''}{\partial v}-\frac{\partial\alpha''}{\partial u}+\alpha''\frac{\partial I_{11}}{\partial u}-\beta''\frac{\partial I_{11}}{\partial v}-\alpha'' I'_{20}+\right.\\
&\qquad\left.+2\beta'' I''_{02}-\beta' I_{20}\right)+\alpha''\left(I_{02}\frac{\partial I_{20}}{\partial u}+I_{20}\frac{\partial I_{02}}{\partial u}\right)-\\
&\qquad\qquad-\beta''\left(I_{02}\frac{\partial I_{20}}{\partial v}+I_{20}\frac{\partial I_{02}}{\partial v}\right)=0\,.
\end{aligned}\right.$$

Es liegt auf der Hand, daß diese Relationen nur die folgenden Glieder vierter Ordnung enthalten:

$$(I_{20}I_{02}-1)\left(I_{02}\frac{\partial^2 I'_{20}}{\partial u\,\partial v}+\frac{\partial^2 I'_{02}}{\partial u^2}-I_{20}\frac{\partial^2 I'_{02}}{\partial u\,\partial v}-\frac{\partial^2 I'_{20}}{\partial v^2}\right),$$

$$(I_{20}I_{02}-1)\left(I_{20}\frac{\partial^2 I''_{02}}{\partial u\,\partial v}+\frac{\partial^2 I''_{20}}{\partial v^2}-I_{02}\frac{\partial^2 I''_{20}}{\partial u\,\partial v}-\frac{\partial^2 I''_{02}}{\partial u^2}\right).$$

Auf grund der früheren Betrachtungen und der eben angeführten Rechnungen können nun folgende Schlüsse gezogen werden.

Für $n>2$ besitzt unsere allgemeine lineare Gruppe $3(n+1)$ und nur $3(n+1)$ solcher Differentialinvarianten $n$-ter Ordnung, die voneinander und von allen Differentialinvarianten niedriger Ordnungen unabhängig sind. Es können als solche Differentialinvarianten die folgenden Funktionen gewählt werden:

$$\frac{\partial^{n-2} I_{11}}{\partial u^{n-2}},\quad \frac{\partial^{n-2} I_{11}}{\partial u^{n-3}\partial v},\;\ldots,\;\frac{\partial^{n-2} I_{11}}{\partial v^{n-2}},\quad \frac{\partial^{n-2} I_{20}}{\partial u^{n-2}},\quad \frac{\partial^{n-2} I_{02}}{\partial v^{n-2}},$$

$$\frac{\partial^{n-2} I'_{20}}{\partial u^{n-2}},\quad \frac{\partial^{n-2} I'_{20}}{\partial u^{n-3}\partial v},\;\ldots,\;\frac{\partial^{n-2} I'_{20}}{\partial v^{n-2}},\quad \frac{\partial^{n-2} I'_{02}}{\partial u\,\partial v^{n-3}},\quad \frac{\partial^{n-2} I'_{02}}{\partial v^{n-2}},$$

$$\frac{\partial^{n-2} I''_{02}}{\partial v^{n-2}},\quad \frac{\partial^{n-2} I''_{02}}{\partial v^{n-3}\partial u},\;\ldots,\;\frac{\partial^{n-2} I''_{02}}{\partial u^{n-2}};\quad \frac{\partial^{n-2} I''_{20}}{\partial v\,\partial u^{n-3}},\quad \frac{\partial^{n-2} I''_{20}}{\partial u^{n-2}}.$$

Die übrigen Differentialquotienten $(n-2)$-ter Ordnung der Größen (23) und (24) lassen sich durch die angeführten Differentialquotienten und die Differentialinvarianten niedrigerer Ordnungen mit Hilfe derjenigen Relationen ausdrücken, die durch Differentiation aus (25) und (27) folgen. Anders gesagt, ist die Gesamtheit der Diffe-

rentialinvarianten der allgemeinen linearen Gruppe durch die Funktionen der Größen (23) und der Differentialquotienten aller Ordnungen der Größen (23) und (24) gebildet und zwischen allen diesen Größen bestehen nur die Beziehungen (25), (27) und solche, die aus den letztgenannten durch Differentiationen und Eliminationen abgeleitet werden können.

8. Wir wollen jetzt annehmen, daß die Koordinatenlinien auf der Fläche Haupttangentenkurven sind, d. h. daß

$$I_{20} = 0\,, \quad I_{02} = 0\,.$$

Wir werden dabei die kürzeren Bezeichnungen:

$$I_{11} = \omega\,, \quad I'_{02} = h\,, \quad I''_{20} = k$$

benutzen und die Differentialquotienten dieser Größen in derselben Weise bezeichnen, die unter *1.* für die Differentialquotienten der Größen $x, y, z$ angenommen worden ist. Die Relationen (25) ergeben:

$$I'_{20} = \tfrac{1}{2}\,\omega_{10}\,, \qquad I''_{02} = \tfrac{1}{2}\,\omega_{01} \tag{28}$$

und aus den Formeln (26) folgt:

$$\alpha' = \alpha'' = \tfrac{1}{2}\,\omega_{11} + hk\,,$$

$$\beta' = h_{10} + \tfrac{1}{2}\,h\,\omega_{10}\,, \qquad \beta'' = k_{01} + \tfrac{1}{2}\,k\,\omega_{01}\,.$$

Es lassen sich also die Relationen (27) in folgender Gestalt darstellen:

$$\left.\begin{aligned} h_{20} &= hk_{01} + kh_{01} + \tfrac{1}{2}\left(\omega_{12} - \tfrac{1}{2}\,\omega_{01}\,\omega_{11} - h\,\omega_{20} - h_{10}\,\omega_{10} - hk\omega_{01}\right),\\ k_{02} &= kh_{10} + hk_{10} + \tfrac{1}{2}\left(\omega_{21} - \tfrac{1}{2}\,\omega_{10}\,\omega_{11} - k\,\omega_{02} - k_{01}\,\omega_{01} - hk\omega_{10}\right). \end{aligned}\right\} \tag{29}$$

Die Relationen (28) und (29) lehren, daß aus diesen Relationen keine Beziehungen zwischen den Größen:

$$\omega_{\lambda-2\,;\,0}\,, \quad \omega_{\lambda-3\,;\,1}\,, \ldots, \quad \omega_{0\,;\,\lambda-2} \quad (\lambda = 3, 4, \ldots) \tag{30}$$

und den Größen:

$$\begin{matrix} h\,, & h_{1\,;\,\lambda-3}\,, & h_{0\,;\,\lambda-2} \\ k\,, & k_{\lambda-3\,;\,1}\,, & k_{\lambda-2\,;\,0} \end{matrix} \qquad (\lambda = 3, 4, \ldots) \tag{31}$$

durch Differentiation und Elimination abgeleitet werden können, daß aber mit Hilfe dieser Relationen und solcher, die aus ihnen durch Differentiation folgen, alle Differentialquotienten der Funktionen $I'_{20}$, $I'_{02}$, $I''_{20}$, $I''_{02}$ und diese Funktionen selbst sich durch die genannten Größen ausdrücken lassen. Falls also die Koordinaten-

linien Haupttangentenkurven sind, können die Entwickelungen und Betrachtungen, welche die Differentialinvarianten der allgemeinen linearen Gruppe betreffen, mit Hilfe der Größen (30) und (31) geführt werden.

Im Falle der speziellen linearen Gruppe wird außer den Größen (30) und (31) noch die Größe $\omega$ eine Differentialinvariante.

9. Wir wenden uns nun der Aufgabe zu, die Differentialinvarianten (30) und (31) durch Größen auszudrücken, deren Benützung in der Flächentheorie üblich ist. Wir werden dabei die Voraussetzungen und die Bezeichnungen annehmen, die wir in der Nummer 2 der Abhandlung: „Über Krümmungseigenschaften der Scharen von Linienelementen" [1]) ausführlich besprochen haben. Wir haben dort unter anderen die Formeln gehabt:

$$\frac{\partial f}{\partial u} = \sqrt{E}\frac{df}{ds_1}, \quad \frac{\partial f}{\partial v} = \sqrt{G}\frac{df}{ds_2}$$

und wenn wir außerdem die Bezeichnungen:

$$r_1 = -\frac{d \log \sqrt{E}}{ds_1}, \quad r_2 = \frac{d \log \sqrt{G}}{\partial s_2}$$

einführen, so gelangen wir zu den Formeln:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial u^2} = E\left(\frac{d^2 f}{ds_1{}^2} - r_1 \frac{df}{ds_1}\right),$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial u\, \partial v} = \sqrt{E}\sqrt{G}\left(\frac{d^2 f}{ds_1\, ds_2} + p_2 \frac{df}{ds_2}\right) =$$

$$= \sqrt{E}\sqrt{G}\left(\frac{d^2 f}{ds_2\, ds_1} - p_1 \frac{df}{ds_1}\right),$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial v^2} = G\left(\frac{d^2 f}{ds_2{}^2} + r_2 \frac{df}{ds_2}\right).$$

Mit Hilfe dieser Formeln, sowie mit Benutzung der Formeln (19) aus der oben zitierten Abhandlung und unter Berücksichtigung der in unserem Falle bestehenden Beziehungen:

$$n_1 = n_2 = 0$$

erhält man zunächst die Formeln:

[1]) Prace matemat.-fizyczne. Band XVII, Warschau 1906 S. 41—76.

$$\left.\begin{aligned} \omega &= \log(E\,G\,m \sin\theta)\,, \\ h &= -\frac{G}{\sqrt{E}}\,g_2 \operatorname{cosec}\theta\,, \\ k &= \frac{E}{\sqrt{G}}\,g_1 \operatorname{cosec}\theta\,. \end{aligned}\right| \qquad (32)$$

Die in den angeführten Beziehungen auftretenden Größen können in zwei Kategorien eingeteilt werden, je nachdem sie allen Transformationen von der Form:

$$u' = \varphi(u)\,, \qquad v' = \psi(v) \qquad (33)$$

gegenüber invariant oder nicht invariant bleiben. Zur ersten Kategorie gehören die Größen:

$$\theta,\ m,\ p_1,\ p_2,\ g_1,\ g_2\,. \qquad (34)$$

Aus der geometrischen Bedeutung dieser Größen folgt, daß sie, sobald man die Vorzeichen dieser Größen nicht im Zusammenhang mit den Parametern $u, v$, sondern bloß im Zusammenhang mit den Parameterkurven definiert, allen Transformationen von der Form (33) gegenüber sowohl dem Werte wie dem Vorzeichen nach invariant werden. Zur zweiten Kategorie, d. h. zu derjenigen, der die Eigenschaft der Invarianz nicht zukommt, gehören die Größen:

$$E,\ G,\ r_1,\ r_2\,. \qquad (35)$$

Die beiden Kategorien können noch erweitert werden. Es leuchtet nämlich ein, daß der ersten die Ableitungen aller Ordnungen der Größen (34) nach den Bogenlängen $s_1$ und $s_2$ angehören. Wenn man dagegen die Größen (35) nach den Bogenlängen $s_1$ und $s_2$ differenziert, so kommen außer diesen Größen neue vor, denen die Eigenschaft der Invarianz nicht zukommt. Man kann leicht einsehen, daß die Ableitungen:

$$\left.\begin{aligned} & r_1' = \frac{dr_1}{ds_1}\,, \quad r_1'' = \frac{d^2 r_1}{ds_1^{\,2}}\,, \ldots, \quad r_1^{(\lambda-3)} = \frac{d^{\lambda-3} r_1}{ds_1^{\,\lambda-3}}\,, \ldots \\ & r_2' = \frac{dr_2}{ds_2}\,, \quad r_2'' = \frac{d^2 r_2}{ds_2^{\,2}}\,, \ldots, \quad r_2^{(\lambda-3)} = \frac{d^{\lambda-3} r_2}{ds_2^{\,\lambda-3}} \ldots \end{aligned}\right\} \qquad (36)$$

nicht invariant bleiben und daß keine von ihnen durch die übrigen und durch invariante Größen ausgedrückt werden kann. Es können aber alle anderen Ableitungen der Größen $r_1$ und $r_2$ durch die eben angeführten und durch invariante Größen ausgedrückt werden.

Diese Ausdrücke können nämlich leicht mit Hilfe der Beziehung (16) der früher zitierten Abhandlung erhalten werden. In der Folge muß auf die bezüglichen Rechnungen des näheren eingegangen werden.

Die eben angeführten Betrachtungen haben zum Zwecke die Aufstellung derartiger Funktionen von $h, k, \omega$ und deren Differentialquotienten zu erleichtern, welche die Eigenschaft besitzen, daß sie allen Transformationen von der Form (33) gegenüber invariant bleiben. Um diese neuen Differentialinvarianten von den früheren zu unterscheiden, wollen wir für diese die Benennung Differentialinvarianten der Haupttangentenkurven benutzen. Wir bemerken dabei, daß wenn man in einer solchen Differentialinvariante von dem speziellen Parametersystem $u, v$ der Haupttangentenkurven zu dem allgemeinen Parametersystem übergeht, so erhält man eine derartige Funktion der Ableitungen von $x, y, z$ nach den Parametern, welche sowohl jeder linearen Transformation der $x, y, z$, wie auch jeder willkürlichen Transformation zweier Parameter gegenüber unverändert bleibt.

Wir setzen voraus, daß unsere Fläche keine Regelfläche ist. Diese Voraussetzung ist in unserem Falle damit gleichbedeutend, daß keine der Größen $g_1$ und $g_2$ identisch gleich Null ist. Wir wollen aus den zwei letzten Gleichungen (32) die Größen $\sqrt{E}$ und $\sqrt{G}$ bestimmen. Es ergeben sich die Werte:

$$\text{(37)} \qquad \sqrt{E} = -\frac{h^{\frac{1}{3}} k^{\frac{2}{3}}}{g_1^{\frac{2}{3}} g_2^{\frac{1}{3}}} \sin\theta, \qquad \sqrt{G} = +\frac{h^{\frac{2}{3}} k^{\frac{1}{3}}}{g_1^{\frac{1}{3}} g_2^{\frac{2}{3}}} \sin\theta.$$

Mittels dieser Formeln werden wir zuerst zwei invariante Operationen aufstellen. Man beachte, daß die Ableitungen:

$$\frac{df}{ds_1} = \frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial f}{\partial u}, \quad \frac{df}{ds_2} = \frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial f}{\partial v}$$

allen Transformationen von der Form (33) gegenüber invariant sind. Mit Hilfe der Formeln (37) überzeugt man sich leicht, daß

$$\text{(38)} \qquad \begin{aligned} Uf &= \frac{1}{h^{\frac{1}{3}} k^{\frac{2}{3}}} \frac{\partial f}{\partial u} = -\frac{\sin\theta}{g_1^{\frac{2}{3}} g_2^{\frac{1}{3}}} \frac{df}{ds_1}, \\ Vf &= \frac{1}{h^{\frac{2}{3}} k^{\frac{1}{3}}} \frac{\partial f}{\partial v} = \frac{\sin\theta}{g_1^{\frac{1}{3}} g_2^{\frac{2}{3}}} \frac{df}{ds_2}. \end{aligned}$$

Es bleiben demnach diese Operationen sowohl bei der allgemeinen linearen Gruppe wie auch bei den Trasformationen von der Form (33) invariant. Will man daher alle Differentialinvarianten der Haupttangentenkurven in bezug auf die allgemeine lineare Gruppe aufstellen, so können die Operationen (38) dazu benutzt werden, aus den Differentialinvarianten niedrigerer Ordnungen die Differentialinvarianten höherer Ordnungen zu berechnen.

10. Wir schreiten jetzt zur Differentiation der Formeln (32). Man erhält zunächst leicht die Formeln:

$$\omega_{10} = \sqrt{E}\left(-2r_1 + 2p_2 + \frac{1}{m}\frac{dm}{ds_1} + \frac{d\theta}{ds_1} \operatorname{cotg} \theta\right);$$
$$\omega_{01} = \sqrt{G}\left(2r_2 - 2p_1 + \frac{1}{m}\frac{dm}{ds_2} + \frac{d\theta}{ds_1} \operatorname{cotg} \theta\right)$$

und bei Anwendung der Formeln (17) und (23) aus der oben zitierten Abhandlung ergeben sich ohne Schwierigkeit die Ausdrücke:

$$\begin{aligned} \omega_{10} &= -2\sqrt{E}\,(r_1 + g_1 \operatorname{cotg} \theta), \\ \omega_{01} &= \phantom{-}2\sqrt{G}\,(r_2 + g_2 \operatorname{cotg} \theta). \end{aligned} \tag{39}$$

Ferner erhält man die Formeln:

$$\left.\begin{aligned} h_{10} &= -G \operatorname{cosec} \theta \left(g_2 r_1 - g_2 \frac{d\theta}{ds_1} \operatorname{cotg} \theta + 2p_2 g_2 + \frac{dg_2}{ds_1}\right); \\ h_{01} &= -\frac{(\sqrt{G})^3}{\sqrt{E}} \operatorname{cosec} \theta \left(2g_2 r_2 - g_2 \frac{d\theta}{ds_2} \operatorname{cotg} \theta + p_1 g_2 + \frac{dg_2}{ds_2}\right); \\ k_{10} &= -\frac{(\sqrt{E})^3}{\sqrt{G}} \operatorname{cosec} \theta \left(2g_1 r_1 + g_1 \frac{d\theta}{ds_1} \operatorname{cotg} \theta + p_2 g_1 - \frac{dg_1}{ds_1}\right); \\ k_{01} &= -E \operatorname{cosec} \theta \left(g_1 r_2 + g_1 \frac{d\theta}{ds_2} \operatorname{cotg} \theta + 2p_1 g_1 - \frac{dg_1}{ds_2}\right) \end{aligned}\right| \tag{40}$$

und wenn man beachtet, daß aus den Formeln (39) und (37) die Ausdrücke:

$$r_1 = \frac{g_1^{\frac{2}{3}} g_2^{\frac{1}{3}} \omega_{10}}{2h^{\frac{1}{3}} k^{\frac{2}{3}} \sin \theta} - g_1 \operatorname{cotg} \theta.$$

$$r_2 = \frac{g_1^{\frac{1}{3}} g_2^{\frac{2}{3}} \omega_{01}}{2h^{\frac{2}{3}} k^{\frac{1}{3}} \sin \theta} - g_2 \operatorname{cotg} \theta$$

folgen, so sieht man mit Leichtigkeit ein, daß die Beziehungen (40) in der nachfolgenden Form dargestellt werden können:

$$
41)\left\{\begin{aligned}
H_1 &= \frac{h_{10} + \frac{1}{2} h\,\omega_{10}}{h^{\frac{4}{3}}\,k^{\frac{2}{3}}} = -\frac{\sin\theta}{g_1^{\frac{2}{3}}\,g_2^{\frac{4}{3}}}\left(\frac{dg_2}{ds_1} + 2p_2\,g_2 - q_1\,g_2 \operatorname{cotg}\theta\right);\\
H_2 &= \frac{h_{01} - h\,\omega_{01}}{h^{\frac{5}{3}}\,k^{\frac{1}{3}}} = \frac{\sin\theta}{g_1^{\frac{1}{3}}\,g_2^{\frac{5}{3}}}\left[\frac{dg_2}{ds_2} + p_1\,g_2 + (q_2 - 3g_2)\,g_2 \operatorname{cotg}\theta\right].\\
K_1 &= \frac{k_{10} - k\,\omega_{10}}{k^{\frac{5}{3}}\,k^{\frac{1}{3}}} = \frac{\sin\theta}{g_2^{\frac{1}{3}}\,g_1^{\frac{5}{3}}}\left[-\frac{dg_1}{ds_1} + p_2 g_1 + (q_1 - 3g_1)\,g_1 \operatorname{cotg}\theta\right].\\
K_2 &= \frac{k_{01} + \frac{1}{2} h\,\omega_{01}}{k^{\frac{4}{3}}\,h^{\frac{2}{3}}} = -\frac{\sin\theta}{g_2^{\frac{2}{3}}\,g_1^{\frac{4}{3}}}\left(-\frac{dg_1}{ds_2} + 2p_1\,g_1 - q_2 g_1 \operatorname{cotg}\theta\right).
\end{aligned}\right.
$$

Daraus folgt, daß die Größen $H_1$, $H_2$, $K_1$, $K_2$ Differentialinvarianten der Haupttangentenkurven in bezug auf die allgemeine lineare Gruppe sind.

Um weitere Differentialinvarianten dieser Gruppe aufzustellen, beachte man, daß auf grund der Beziehung (16) der früher zitierten Abhandlung die Relationen:

$$
\frac{d^2 \log\sqrt{E}}{ds_2\,ds_1} - \frac{d^2 \log\sqrt{E}}{ds_1\,ds_2} = p_1 \frac{d \log\sqrt{E}}{ds_1} + p_2 \frac{d \log\sqrt{E}}{ds_2},
$$

$$
\frac{d^2 \log\sqrt{G}}{ds_2\,ds_1} - \frac{d^2 \log\sqrt{G}}{ds_1\,ds_2} = p_1 \frac{d \log\sqrt{G}}{ds_1} + p_2 \frac{d \log\sqrt{G}}{ds_2}
$$

stattfinden, die unter Benutzung der kürzeren Bezeichnungsweise folgendermaßen dargestellt werden können:

$$
(42)\qquad \left\{\begin{aligned}
\frac{dr_1}{ds_2} &= \frac{dp_1}{ds_1} + p_1\,(r_1 + p_2);\\
\frac{dr_2}{ds_1} &= \frac{dp_2}{ds_2} - p_2\,(r_2 + p_1).
\end{aligned}\right.
$$

Durch Differentiation der Relationen (39) ergeben sich die Formeln:

$$
\begin{aligned}
\omega_{11} = -2\sqrt{G}\Bigg[&\frac{d\sqrt{E}}{ds_2}(r_1 + g_1 \operatorname{cotg}\theta) + \\
&+ \sqrt{E}\left(\frac{dr_1}{ds_2} + \frac{dg_1}{ds_2}\operatorname{cotg}\theta - g_1\frac{d\theta}{ds_2}\operatorname{cosec}^2\theta\right)\Bigg];
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\omega_{11} = 2\sqrt{E}\Bigg[&\frac{d\sqrt{G}}{ds_1}(r_2 + g_2 \operatorname{cotg}\theta) + \\
&+ \sqrt{G}\left(\frac{dr_2}{ds_1} + \frac{dg_2}{ds_1}\operatorname{cotg}\theta - g_2\frac{d\theta}{ds_1}\operatorname{cosec}^2\theta\right)\Bigg].
\end{aligned}
$$

Aus ihnen folgt unter Benutzung der Relationen (42):

$$\omega_{11} = -2\sqrt{E}\sqrt{G}\left[\frac{dp_1}{ds_1} + \frac{dg_1}{ds_2}\, cotg\,\theta - g_1 \frac{d\theta}{ds_2}\, cosec^2\,\theta + \right.$$

$$\left. + p_1 (p_2 - g_1\, cotg\,\theta)\right],$$

$$\omega_{11} = 2\sqrt{E}\sqrt{G}\left[\frac{dp_2}{ds_2} + \frac{dg_2}{ds_1}\, cotg\,\theta - g_2 \frac{d\theta}{ds_1}\, cosec^2\,\theta - \right.$$

$$\left. - p_2 (p_1 - g_2\, cotg\,\theta)\right].$$

Die eben erhaltenen Ausdrücke für $\omega_{11}$ müssen einander gleich sein. Dies kann auch auf einem anderen Wege verifiziert werden. Die Gleichungen (23) aus der oben zitierten Abhandlung besitzen im gegenwärtigen Falle die Form:

$$\frac{dm}{ds_1} = - m (g_1\, cotg\,\theta + q_2\, cosec\,\theta + p_2),$$

$$\frac{dm}{ds_2} = m (g_2\, cotg\,\theta + q_1\, cosec\,\theta + p_1).$$

Es bleiben aber, wie es leicht einzusehen ist, die Relationen bestehen:

$$q_2\, cosec\,\theta = p_2 + q_1\, cotg\,\theta, \qquad\qquad (43)$$
$$q_1\, cosec\,\theta = p_1 + q_2\, cotg\,\theta,$$

man kann also diese Gleichungen in folgender Form darstellen:

$$\frac{1}{m}\frac{dm}{ds_1} = - [2 p_2 + (q_1 + g_1)\, cotg\,\theta],$$

$$\frac{1}{m}\frac{dm}{ds_2} = 2 p_1 + (q_2 + g_2)\, cotg\,\theta.$$

Bringt man nun hier die Integrabilitätsbedingungen (16) der erwähnten Abhandlung in Anwendung, so ergibt sich die Relation:

$$2\frac{dp_2}{ds_2} + cotg\,\theta\left(\frac{dq_1}{ds_2} + \frac{dg_1}{ds_2}\right) - cosec^2\,\theta\,(q_1 + g_1)\frac{d\theta}{ds_2} +$$

$$+ 2\frac{dp_1}{ds_1} + cotg\,\theta\left(\frac{dq_2}{ds_1} + \frac{dg_2}{ds_1}\right) - cosec^2\,\theta\,(q_2 + g_2)\frac{d\theta}{ds_1} =$$

$$= cotg\,\theta\,[p_1 (q_1 + g_1) - p_2 (q_2 + g_2)];$$

die mit Hilfe der Beziehungen (22) und (22′) in der genannten Abhandlung auf die Form:

$$\frac{dp_1}{ds_1} + \frac{dp_2}{ds_2} + cotg\,\theta \left(\frac{dg_1}{ds_2} + \frac{dg_2}{ds_1}\right) -$$

$$- cosec^2\,\theta \left(g_1 \frac{d\theta}{ds_2} + g_2 \frac{d\theta}{ds_1}\right) - cotg\,\theta\,(p_1 g_1 - p_2 g_2) = 0$$

gebracht werden kann. Diese Beziehung zeigt aber, daß die erhaltenen Werte für $\omega_{11}$ miteinander übereinstimmen. Mit Hilfe der Formeln (37) gelangt man zu der neuen Differentialinvariante:

$$\begin{aligned} \Omega = \frac{\omega_{11}}{hk} = \frac{2 \sin^2\theta}{g_1 g_2} \Big[\frac{dp_1}{ds_1} + \frac{dg_1}{ds_2} cotg\,\theta - g_1 \frac{d\theta}{ds_2} cosec^2\,\theta + \\ + p_1 (p_2 - g_1 cotg\,\theta)\Big] = - \frac{2 \sin^2\theta}{g_1 g_2} \Big[\frac{dp_2}{ds_2} + \frac{dg_2}{ds_1} cotg\,\theta - \\ - g_2 \frac{d\theta}{ds_1} cosec^2\,\theta - p_2 (p_1 - g_2 cotg\,\theta)\Big]. \end{aligned} \tag{44}$$

Die Aufstellung des Gesamtsystems unserer Differentialinvarianten kann auf folgende Weise geschehen. Wenn man auf $\Omega$ die Operationen $Uf$ und $Vf$ ausübt, so ergeben sich für $n > 4$ $n-3$ unabhängige Differentialinvarianten $n$-ter Ordnung, von denen jede von den Differentialquotienten $(n-2)$-ter Ordnung der Größen $\omega$, $h$, $k$, nur einen von den Differentialquotienten:

$$\omega_{n-3,\,1},\quad \omega_{n-4,\,2},\ \ldots\ \omega_{1,\,n-3}$$

enthält. Durch Ausübung derselben Operationen auf den Größen (41) können für jede Ordnung $n > 3$ vier Differentialinvarianten erhalten werden, die alle von den Differentialquotienten $(n-2)$-ter Ordnung der Größen $h$ und $k$ nur einen der Differentialquotienten:

$$h_{1\,;\,n-3}\,;\quad h_{0\,;\,n-2}\,;\quad k_{n-3\,;\,1}\,;\quad k_{n-2\,;\,0}$$

enthalten[1]). Wir kommen auf diese Weise auf lauter unabhängige Differentialinvarianten, deren Anzahl bis zur $n$-ten Ordnung inklusive gleich $\frac{(n-2)(n+5)}{2}$ ist. Man beachte nun, daß die Anzahl der Größen (30) und (31) bis zur $n$-ter Odnung inklusive gleich $\frac{(n-2)(n+5)}{2} + 2(n-1)$ ist und daß man, wenn man diese

[1]) Wir heben ausdrücklich hervor, daß man dabei die Größen $h$, $k$, $\omega$ von zweiter Ordnung zählt und daß dementsprechend eine Differentialinvariante von $\lambda$-ter Ordnung genannt wird, falls die höchste in derselben vorkommende Ableitung der genannten Größen von der Ordnung $\lambda-2$ ist.

Größen durch die Größen (34) und deren Ableitungen nach Bogenlängen der Haupttangentenkurven und durch $2(n-1)$ Größen (35) und (36) bis zur $(n-1)$-ten Ordnung inklusive ausdrückt, in der Lage ist, diese $2(n-1)$ Größen aus den aufgestellten Beziehungen zu bestimmen und durch Elimination derselben $\frac{(n-2)(n+5)}{2}$ Relationen zu erhalten. Daraus ergibt sich, daß die aufgestellten Differentialinvarianten das Gesamtsystem der unabhängigen Differentialinvarianten bis zur $n$-ten Ordnung inklusive bilden.

11. Wenn man auf alle möglichen Weisen die Operationen $Uf$ und $Vf$ auf die Größen (41) und (44) in Anwendung bringt, so erhält man außer den erwähnten Differentialinvarianten noch mehrere andere, die sich indessen durch die erwähnten ausdrücken lassen. Wir wollen nun dazu übergehen, uns über die Gesamtheit der Relationen Rechenschaft zu geben, denen alle diese Differentialinvarianten genügen.

Zunächst werden wir eine wichtige Identität ableiten. Man beachte, daß aus den Größen (41) zwei Differentialinvarianten erhalten werden können, die von den Differentialquotienten der Funktion $\omega$ unabhängig sind. Solche Differentialinvarianten sind nämlich:

$$\begin{aligned} P &= \tfrac{1}{3}(2H_1 + K_1) = \frac{1}{3h^{\frac{4}{3}} k^{\frac{5}{3}}}(2kh_{10} + hk_{10}), \\ Q &= \tfrac{1}{3}(2K_2 + H_2) = \frac{1}{3h^{\frac{5}{3}} k^{\frac{4}{3}}}(2hk_{01} + kh_{01}). \end{aligned} \tag{45}$$

Wenn man sie nun durch Größen ausdrückt, welche geometrische Eigenschaften der Haupttangentenkurven charakterisieren, so ergibt sich:

$$P = -\tfrac{1}{3}\frac{\sin\theta}{g_1^{\frac{5}{3}} g_2^{\frac{4}{3}}}\left[g_2\frac{dg_1}{ds_1} + 2g_1\frac{dg_2}{ds_1} + 3g_1 g_2\left(p_2 - \operatorname{cotg}\theta\frac{d\theta}{ds_1}\right)\right].$$

$$Q = \tfrac{1}{3}\frac{\sin\theta}{g_2^{\frac{5}{3}} g_1^{\frac{4}{3}}}\left[g_1\frac{dg_2}{ds_2} + 2g_2\frac{dg_1}{ds_2} - 3g_1 g_2\left(p_1 + \operatorname{cotg}\theta\frac{d\theta}{ds_2}\right)\right].$$

Man kann sich ohne Schwierigkeit überzeugen, daß diese Größen in dem Poisson'schen Ausdruck $(U, V)$ auftreten, und zwar daß die Identität:

(46) $$(U,\ V) = Q\,Uf - P\,Vf$$

stattfindet.

Es leuchtet nun ohne weiteres ein, daß zwischen allen Differentialinvarianten, die aus $\Omega$ durch Ausführung der Operationen $Uf$ und $Vf$ hervorgehen, nur solche Relationen bestehen, die durch Anwendung der Beziehung (46) erhalten werden können. Wenn man ferner außer dieser Differentialinvarianten noch jene in Betracht zieht, die durch die Ausführung der genannten Operationen aus (41) hervorgehen, so ergeben sich erstens Relationen, die durch Anwendung der Beziehung (46) erhalten werden können, zweitens einige weitere Relationen, die wir eben aufstellen wollen. Zu dem Behufe beachte man zunächst, daß:

$$U(\Omega) = \frac{1}{h^{\frac{4}{3}}\,k^{\frac{5}{3}}}\left[\omega_{21} - \frac{\omega_{11}}{hk}(kh_{10} + hk_{10})\right],$$

$$V(\Omega) = \frac{1}{h^{\frac{5}{3}}\,k^{\frac{4}{3}}}\left[\omega_{12} - \frac{\omega_{11}}{hk}(kh_{01} + hk_{01})\right]$$

und wenn man hier die Formeln (41) und (44) in Anwendung bringt, so ergibt sich:

$$\omega_{21} - \tfrac{1}{2}\,\omega_{10}\,\omega_{11} = h^{\frac{4}{3}}\,k^{\frac{5}{3}}\,[U(\Omega) + \Omega\,(H_1 + K_1)]\,.$$

$$\omega_{12} - \tfrac{1}{2}\,\omega_{01}\,\omega_{11} = h^{\frac{5}{3}}\,k^{\frac{4}{3}}\,[V(\Omega) + \Omega\,(H_2 + K_2)]\,.$$

Auf grund dieser Formeln und der Formeln (41) liefern die Beziehungen (29):

(47)
$$\frac{\partial}{\partial u}(h_{10} + \tfrac{1}{2}h\,\omega_{10}) = h^{\frac{5}{3}}\,k^{\frac{4}{3}}\,[(1 + \tfrac{1}{2}\Omega)(H_2 + K_2) + \tfrac{1}{2}\,V(\Omega)]\,,$$
$$\frac{\partial}{\partial v}(k_{01} + \tfrac{1}{2}k\,\omega_{01}) = h^{\frac{4}{3}}\,k^{\frac{5}{3}}\,[(1 + \tfrac{1}{2}\Omega)(H_1 + K_1) + \tfrac{1}{2}\,U(\Omega)]\,.$$

Wenn wir nun auf der ersten und der vierten von den Relationen (41) die Operationen $Uf$, beziehungsweise $Vf$ ausführen, so bekommt man zunächst:

$$U(H_1) + \frac{H_1}{h^{\frac{5}{3}}\,k^{\frac{4}{3}}}\,\frac{\partial}{\partial u}\left(h^{\frac{4}{3}}\,k^{\frac{2}{3}}\right) = \frac{1}{h^{\frac{5}{3}}\,k^{\frac{4}{3}}}\,\frac{\partial}{\partial u}(h_{10} + \tfrac{1}{2}h\,\omega_{10})\,;$$

$$V(K_2) + \frac{K_2}{h^{\frac{4}{3}}\,k^{\frac{5}{3}}}\,\frac{\partial}{\partial v}\left(h^{\frac{2}{3}}\,k^{\frac{4}{3}}\right) = \frac{1}{h^{\frac{4}{3}}\,k^{\frac{5}{3}}}\,\frac{\partial}{\partial v}(k_{01} + \tfrac{1}{2}k\,\omega_{01})$$

und bei Anwendung der Beziehungen (45) und (47) ergibt sich:

$$\begin{aligned} U(H_1) + 2H_1 P &= (1 + \tfrac{1}{2}\Omega)(H_2 + K_2) + \tfrac{1}{2} V(\Omega), \\ V(K_2) + 2K_2 Q &= (1 + \tfrac{1}{2}\Omega)(H_1 + K_1) + \tfrac{1}{2} U(\Omega). \end{aligned} \tag{48}$$

Dies sind zwei von den fraglichen Beziehungen. Um zwei weitere zu erhalten, wolle man beachten, daß aus (41) die Relationen:

$$\tfrac{1}{3} h^{-\frac{2}{3}} k^{\frac{2}{3}} H_1 h_{01} + \tfrac{2}{3} h^{\frac{1}{3}} k^{-\frac{1}{3}} H_1 k_{01} + h^{\frac{1}{3}} k^{\frac{2}{3}} \frac{\partial H_1}{\partial v} =$$

$$= \tfrac{2}{3} h^{-\frac{1}{3}} k^{\frac{1}{3}} H_2 h_{10} + \tfrac{1}{3} h^{\frac{2}{3}} k^{-\frac{2}{3}} H_2 k_{10} + h^{\frac{2}{3}} k^{\frac{1}{3}} \frac{\partial H_2}{\partial u} + \tfrac{3}{2} \omega_{11};$$

$$\tfrac{1}{3} h^{-\frac{2}{3}} k^{\frac{2}{3}} K_1 h_{01} + \tfrac{2}{3} h^{\frac{1}{3}} k^{-\frac{1}{3}} K_1 k_{01} + h^{\frac{1}{3}} k^{\frac{2}{3}} \frac{\partial K_1}{\partial v} =$$

$$= \tfrac{2}{3} h^{-\frac{1}{3}} k^{\frac{1}{3}} K_2 h_{10} + \tfrac{1}{3} h^{\frac{2}{3}} k^{-\frac{2}{3}} K_2 k_{10} + h^{\frac{2}{3}} k^{\frac{1}{3}} \frac{\partial K_2}{\partial u} - \tfrac{3}{2} \omega_{11}$$

folgen. Benutzt man nun die Formeln (41) und (44), so gelangt man zu den Relationen:

$$\begin{aligned} V(H_1) - U(H_2) &= \tfrac{3}{2}\Omega + \tfrac{1}{3} H_2 (H_1 + K_1) - \tfrac{2}{3} H_1 K_2, \\ U(K_2) - V(K_1) &= \tfrac{3}{2}\Omega + \tfrac{1}{3} K_1 (K_2 + H_2) - \tfrac{2}{3} K_2 H_1. \end{aligned} \tag{49}$$

Wir haben gesehen, daß man durch Ausführung der Operationen $Uf$ und $Vf$ aus den Größen (41) 4 Differentialinvarianten jeder Ordnung bekommt, welche untereinander und von den Differentialinvarianten, die aus $\Omega$ hervorgehen, unabhängig sind. Daraus folgt, daß alle Differentialinvarianten, die aus den Größen (41) hervorgehen, außer den Relationen, die eine bloße Folge der Identität (46) sind, nur die Beziehungen (48), (49) und diejenigen erfüllen, die aus ihnen durch Ausführung der Operationen $Uf$ und $Vf$ und durch Benutzung der Identität (46) abgeleitet werden können.

12. Wir kehren zu der speziellen linearen Gruppe zurück und fragen nach den Differentialinvarianten der Haupttangentenkurven in bezug auf diese spezielle Gruppe. Diese Differentialinvarianten unterscheiden sich von den Differentialinvarianten der Nummer 10 nur dadurch, daß sie von $\omega$ abhängen können. Um also das Gesamtsystem der Differentialinvarianten in bezug auf die spezielle lineare Gruppe zu erhalten, genügt es, zu den Differentialinvarianten der Nummer 10 eine einzige Differentialinvariante hinzuzufügen.

Aus der ersten von den Formeln (32) und aus den Formeln (37) folgt:

$$\omega = log\left(\frac{h^2 k^2}{g_1{}^2 g_2{}^2}\, m\, sin^5\, \theta\right),$$

woraus sich die fragliche Differentialinvariante:

$$(50) \qquad T = \omega - log\,(h^2 k^2) = log\,\frac{m\, sin^5\, \theta}{g_1{}^2 g_2{}^2}$$

ergibt. Wenn man auf dieser Differentialinvariante die Operationen $Uf$ und $Vf$ ausführt, so kommt man wieder auf Differentialinvarianten der speziellen Gruppe. Es mag daher von Interesse sein zu fragen, welche Relationen zwischen diesen Differentialinvarianten und den Differentialinvarianten der Nummer 10 stattfinden. Man hat:

$$U(T) = \frac{1}{h^{\frac{4}{3}} k^{\frac{5}{3}}}\,[h\,k\,\omega_{10} - 2\,(k\,h_{10} + h\,k_{10})],$$

$$V(T) = \frac{1}{h^{\frac{5}{3}} k^{\frac{4}{3}}}\,[h\,k\,\omega_{01} - 2\,(k\,h_{01} + h\,k_{01})]$$

und auf grund der Formeln (41) ergibt sich:

$$(51) \qquad U(T) = -\,2\,(H_1 + K_1), \quad V(T) = -\,2\,(H_2 + K_2).$$

Diese Größen können durch geometrische Größen folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$U(T) = \frac{2\, sin\, \theta}{g_1^{\frac{5}{3}}\, g_2^{\frac{4}{3}}}\left\{g_1\,\frac{dg_2}{ds_1} + g_2\,\frac{dg_1}{ds_1} + p_2\, g_1\, g_2 + (3g_1 - 2q_1)\, g_1\, g_2\, cotg\, \theta\right\}.$$

$$V(T) = \frac{2\, sin\, \theta}{g_1^{\frac{4}{3}}\, g_2^{\frac{5}{3}}}\left\{-\,g_1\,\frac{dg_2}{ds_2} - g_2\,\frac{dg_1}{ds_2} + p_1\, g_1\, g_2 + (3g_2 - 2q_2)\, g_1\, g_2\, cotg\, \theta\right\}.$$

Diese Formeln (51) beweisen, daß $U(T)$ und $V(T)$ auch bei der allgemeinen linearen Gruppe invariant bleiben und wenn man außerdem die Formeln (45) in Erinnerung bringt, so sieht man, daß die Differentialinvarianten (41) der allgemeinen Gruppe durch die Größen (45) und (51) ersetzt werden können. Wir wollen zusehen, welche Form dabei die Relationen (48) und (49) erhalten werden. Durch Auflösung bekommt man:

$$H_1 = \tfrac{1}{2}\, U(T) + 3P, \quad K_1 = -\, U(T) - 3P,$$
$$H_2 = -\, V(T) - 3\,Q, \quad K_2 = \tfrac{1}{2}\, V(T) + 3\,Q\,;$$

wenn man ferner diese Werte in die Beziehungen (49) hineinsetzt, so ergibt sich:

$$U[V(T)] + \tfrac{1}{2} V[U(T)] + 3V(P) + 3U(Q) = \\ = \tfrac{3}{2}\Omega - PV(T) - \tfrac{1}{2} QU(T) - 6PQ.$$

$$V[U(T)] + \tfrac{1}{2} U[V(T)] + 3U(Q) + 3V(P) = \\ = \tfrac{3}{2}\Omega - QU(T) - \tfrac{1}{2} PV(T) - 6PQ$$

und durch Anwendung der Beziehung (46) folgt:

$$\Omega = U[V(T)] + PV(T) + 2V(P) + 2U(Q) + 4PQ \\ = V[U(T)] + QU(T) + 2U(Q) + 2V(P) + 4PQ. \tag{52}$$

Auf änliche Weise erhalten die Beziehungen (48) die Form:

$$\tfrac{1}{2} U[U(T)] + 3U(P) + P[U(T) + 6P] + \\ = \tfrac{1}{2} V(\Omega) - \tfrac{1}{2}(1 + \tfrac{1}{2}\Omega) V(T), \\ \tfrac{1}{2} V[V(T)] + 3V(Q) + Q[V(T) + 6Q] = \\ = \tfrac{1}{2} U(\Omega) - \tfrac{1}{2}(1 + \tfrac{1}{2}\Omega) U(T). \tag{53}$$

In den Nummern 10 und 11 haben wir das Gesamtsystem der Differentialinvarianten der Haupttangentenkurven in bezug auf die allgemeine lineare Gruppe und die auf dieses System sich beziehenden Relationen aufgestellt. Die Rechnungen der gegenwärtigen Nummer ermöglichen eine andere Formulierung dieser früheren Resultate. Da nämlich die Differentialinvarianten (41) durch (45) und (51) ersetzt werden können und $\Omega$ nach (52) mit Hilfe der Operationen $Uf$ und $Vf$ aus den Größen (45) und (51) erhalten werden kann, so sieht man, daß das Gesamtsystem der Differentialinvarianten der Haupttangentenkurven in bezug auf die allgemeine lineare Gruppe durch $P$, $Q$, $U(T)$, $V(T)$ und durch sämtliche Differentialinvarianten, die aus denselben mit Hilfe der Operationen $Uf$, $Vf$ hervorgehen, gebildet wird. Da ferner die Größen $P$, $Q$, $T$, $\Omega$ durch Relationen, die eine bloße Folge der Identität (46) sind, durch Relationen (52) und (53) und schließlich durch diejenigen, die aus den genannten mit Hilfe der Differentiationen und Eliminationen abgeleitet werden können, verbunden sind, so sieht man, daß die Größen $P$, $Q$, $T$ solche Relationen erfüllen, die sich aus den Relationen (52) und (53) durch Elimination von $\Omega$ ergeben, und solche, die aus den letztgenannten durch Differentiationen und Eliminationen folgen, oder die durch Anwendung der Identität (46) abgeleitet werden können.

Um aus dem Gesamtsystem der Differentialinvarianten der allgemeinen linearen Gruppe das Gesamtsystem der speziellen Gruppe zu erhalten, braucht man zu dem ersteren nur die Differentialinvariante $T$ hinzuzufügen.

13. Wir gehen jetzt zur Betrachtung der Translationsflächen über.

In der zitierten Abhandlung: „Über Krümmungseigenschaften der Scharen von Linienelementen“ haben wir gesehen, daß die notwendigen und hinreichenden Bedingungen, damit zwei voneinander verschiedene Kurvenscharen *1* und *2* zwei konjugierte Scharen von kongruenten und gleichgestellten Kurven bilden, die folgenden sind:

$$(54)\quad \begin{cases} n^{(1,2)} = n_1 \lambda^{(1)} \lambda^{(2)} + m\left(\lambda^{(1)} \mu^{(2)} + \mu^{(1)} \lambda^{(2)}\right) + n_2 \mu^{(1)} \mu^{(2)} = 0, \\ g^{(1,2)} = \left(g_1 + \dfrac{d\omega^{(1)}}{ds_1}\right) \lambda^{(2)} + \left(g_2 + \dfrac{d\omega^{(1)}}{ds_2}\right) \mu^{(2)} = 0. \\ g^{(2,1)} = \left(g_1 + \dfrac{d\omega^{(2)}}{ds_1}\right) \lambda^{(1)} + \left(g_2 + \dfrac{d\omega^{(2)}}{ds_2}\right) \mu^{(1)} = 0. \end{cases}$$

Wir wollen nun annehmen, daß die Koordinatenlinien Haupttangentenkurven sind. Alsdann erhält die erste unserer Bedingungen die Form:

$$(55)\qquad \lambda^{(1)} \mu^{(2)} + \mu^{(1)} \lambda^{(2)} = 0$$

und weder die Schar *1* noch die Schar *2* kann eine Schar der Koordinatenlinien bilden. Wir werden uns damit beschäftigen, die Scharen *1* und 2 aus den Bedingungen (54) zu bestimmen. Auf grund der Beziehung (55) wird man dazu geleitet, in die zweite und dritte Bedingung (54) die neue Unbekannte:

$$(56)\qquad \frac{\lambda^{(1)}}{\mu^{(1)}} = -\frac{\lambda^{(2)}}{\mu^{(2)}} = \tau$$

einzuführen. Zu dem Zwecke beachte man, daß die Formeln (56) in der Form:

$$\sin\theta \operatorname{cotg}\omega^{(1)} - \cos\theta = \tau,$$
$$\sin\theta \operatorname{cotg}\omega^{(2)} - \cos\theta = -\tau$$

geschrieben werden können und daß durch Differentiation die Beziehungen:

$$\sin\theta \operatorname{cosec}^2\omega^{(1)}\, d\omega^{(1)} = (\cos\theta \operatorname{cotg}\omega^{(1)} + \sin\theta)\, d\theta - d\tau,$$
$$\sin\theta \operatorname{cosec}^2\omega^{(2)}\, d\omega^{(2)} = (\cos\theta \operatorname{cotg}\omega^{(2)} + \sin\theta)\, d\theta + d\tau$$

sich ergeben, die leicht auf die Form:

$$(\tau^2 + 2\tau \cos\theta + 1)\, d\omega^{(1)} = (1 + \tau\cos\theta)\, d\theta - \sin\theta\, d\tau\,,$$
$$(\tau^2 - 2\tau \cos\theta + 1)\, d\omega^{(2)} = (1 - \tau\cos\theta)\, d\theta + \sin\theta\, d\tau$$

gebracht werden können. Mit Hilfe dieser Relationen können die zweite und dritte der Bedingungen (54) in der Form:

$$(q_2 - g_1\tau)(\tau^2 + 2\tau\cos\theta + 1) +$$
$$+ (1 + \tau\cos\theta)\left(\frac{d\theta}{ds_2} - \tau\frac{d\theta}{ds_1}\right) - \sin\theta\left(\frac{d\tau}{ds_2} - \tau\frac{d\tau}{ds_1}\right) = 0\,;$$
$$(q_2 + g_1\tau)(\tau^2 - 2\tau\cos\theta + 1) +$$
$$+ (1 - \tau\cos\theta)\left(\frac{d\theta}{ds_2} + \tau\frac{d\theta}{ds_1}\right) + \sin\theta\left(\frac{d\tau}{ds_2} + \tau\frac{d\tau}{ds_1}\right) = 0$$

dargestellt werden, und aus diesen Beziehungen folgt:

$$\tau\sin\theta\frac{d\tau}{ds_1} + g_2 + [q_2 - (q_1 + g_1)\cos\theta]\,\tau^2 = 0,$$
$$\sin\theta\frac{d\tau}{ds_2} + [q_1 - (q_2 + g_2)\cos\theta]\,\tau + g_1\tau^3 = 0\,.$$

Führt man hier die neue Unbekannte:

$$w = \tau^2$$

und die Bezeichnungen:

$$\gamma_1 = q_1 - (q_2 + g_2)\cos\theta\,, \qquad \gamma_2 = q_2 - (q_1 + g_1)\cos\theta \tag{57}$$

ein, so ergeben sich die Relationen:

$$\tfrac{1}{2}\sin\theta\frac{dw}{ds_1} + g_2 + \gamma_2 w = 0\,, \qquad \tfrac{1}{2}\sin\theta\frac{dw}{ds_2} + \gamma_1 w + g_1 w^2 = 0\,. \tag{58}$$

Unser Problem besteht in der Integration dieses Systems der Differentialgleichungen und in der Aufstellung der Bedingungen, unter welchen die erstere möglich ist. Wenn man die erste von den Gleichungen (58) nach $s_2$ und die zweite nach $s_1$ differenziert und die Resultate subtrahiert, so ergibt sich die Beziehung:

$$\tfrac{1}{2}\sin\theta\left(p_1\frac{dw}{ds_1}+p_2\frac{dw}{ds_2}\right)+\tfrac{1}{2}\cos\theta\left(\frac{d\theta}{ds_2}\frac{dw}{ds_1}-\frac{d\theta}{ds_1}\frac{dw}{ds_2}\right)+$$

$$+\frac{dg_2}{ds_2}+\frac{d\gamma_2}{ds_2}w+\gamma_2\frac{dw}{ds_2}-\left[\frac{d\gamma_1}{ds_1}w+\frac{dg_1}{ds_1}w^2+(\gamma_1+2g_1w)\frac{dw}{ds_1}\right]=0$$

und wenn man hier die Beziehungen (58) ausnutzt, so kommt man auf die Gleichung:

$$Aw^2+Bw+C=0; \tag{59}$$

wo die Koeffizienten $A$, $B$, $C$ folgende Werte besitzen:

$$\left|\begin{aligned} A&=\sin\theta\left(\frac{dg_1}{ds_1}+p_2g_1\right)+g_1\cos\theta\,(g_1-q_1)-2g_1\gamma_2;\\ B&=\sin\theta\left(\frac{d\gamma_1}{ds_1}-\frac{d\gamma_2}{ds_2}+p_2\gamma_1+p_1\gamma_2\right)+\\ &\quad+\cos\theta\,[(g_1-q_1)\gamma_1+(g_2-q_2)\gamma_2]-4g_1g_2,\\ C&=-\sin\theta\left(\frac{dg_2}{ds_2}-p_1g_2\right)+g_2\cos\theta\,(g_2-q_2)-2g_2\gamma_1.\end{aligned}\right. \tag{60}$$

Es muß also die Unbekannte $w$ die Gleichung (59) befriedigen. Wir müssen daher die Bedingungen des Zusammenbestehens der Relationen (58) und (59) näher untersuchen.

14. Es empfiehlt sich, die Größen $A$, $B$, $C$ in einer anderen Form darzustellen, nämlich die Formeln anzuwenden, die in der Nummer 10 aufgestellt wurden. Zunächst beachte man, daß auf grund der Formeln (43) die Größen $\gamma_1$ und $\gamma_2$ folgendermaßen dargestellt werden können:

$$\begin{aligned}\gamma_1&=p_1\sin\theta-g_2\cos\theta,\\ \gamma_2&=p_2\sin\theta-g_1\cos\theta.\end{aligned} \tag{61}$$

Wenn man diese Werte in die Formeln (60) hineinsetzt, ergeben sich die Ausdrücke:

$$A=\sin\theta\left(\frac{dg_1}{ds_1}-p_2g_1\right)+g_1\cos\theta\,(3g_1-q_1),$$

$$B=\sin^2\theta\left(\frac{dp_1}{ds_1}-\frac{dp_2}{ds_2}+2p_1p_2\right)+$$

$$+\sin\theta\cos\theta\left(\frac{dg_1}{ds_2}-\frac{dg_2}{ds_1}-p_1g_1-p_2g_2\right)+q_2g_1+q_1g_2-6g_1g_2,$$

$$C=-\sin\theta\left(\frac{dg_2}{ds_2}+p_1g_2\right)+g_2\cos\theta\,(3g_2-q_2);$$

aus welchen durch Anwendung der Formeln (41) und (44) folgt:

$$\left.\begin{aligned} A &= - g_1^{\frac{5}{3}} g_2^{\frac{1}{3}} K_1 , \\ B &= g_1 g_2 (\Omega - 4) , \\ C &= - g_1^{\frac{1}{3}} g_2^{\frac{5}{3}} H_2 . \end{aligned}\right\} \quad (62)$$

Man gewinnt eine einfache Form der Gleichung (59). Es folgt nämlich aus den Formeln (62), daß wenn man die neue Unbekannte:

$$g_1^{\frac{2}{3}} g_2^{-\frac{2}{3}} w = \varrho \quad (63)$$

einführt, die Gleichung (59) in der Eorm:

$$K_1 \varrho^2 - (\Omega - 4) \varrho + H_2 = 0 \quad (64)$$

dargestellt werden kann.

Es empfiehlt sich demnach die Unbekannte $\varrho$ auch in die Gleichungen (58) einzuführen. Durch Differentiation der Formel (63) und Benutzung der Gleichungen (58) ergibt sich:

$$\frac{d\varrho}{ds_1} = - 2 g_1^{\frac{2}{3}} g_2^{\frac{1}{3}} \operatorname{cosec} \theta - 2 \gamma_2 \varrho \operatorname{cosec} \theta + \tfrac{2}{3} \left( \frac{1}{g_1} \frac{dg_1}{ds_1} - \frac{1}{g_2} \frac{dg_2}{ds_1} \right) \varrho ;$$

$$\frac{d\varrho}{ds_2} = - 2 g_1^{\frac{1}{3}} g_2^{\frac{2}{3}} \varrho^2 \operatorname{cosec} \theta - 2 \gamma_1 \varrho \operatorname{cosec} \theta + \tfrac{2}{3} \left( \frac{1}{g_1} \frac{dg_1}{ds_2} - \frac{1}{g_2} \frac{dg_2}{ds_2} \right) \varrho$$

und bei Anwendung der Formeln (38), (41) und (61) kommt man auf die folgende Form der Differentialgleichungen (58):

$$\begin{aligned} U(\varrho) &= 2 \left[ 1 + \tfrac{1}{3} (K_1 - H_1) \varrho \right] , \\ V(\varrho) &= 2 \left[ - \varrho^2 + \tfrac{1}{3} (K_2 - H_2) \varrho \right] . \end{aligned} \quad (65)$$

Es ist klar, daß durch Anwendung der Identität (46) aus diesen Gleichungen wieder die Gleichung (64) folgen muß. Auf die Verifikation dieser Tatsache gehen wir hier nicht ein.

Man führe jetzt die Operation $Uf$ auf die Beziehung (64) aus. Wir erhalten die neue Beziehung:

$$U(K_1) \varrho^2 - U(\Omega) \varrho + U(H_2) +$$
$$+ 2 \left[ 2 \varrho K_1 - (\Omega - 4) \right] \left[ 1 + \tfrac{1}{3} (K_1 - H_1) \varrho \right] + 0$$

d. h. die Beziehung von der Form:

$$A_1 \varrho^2 + B_1 \varrho + C_1 = 0 , \quad (66)$$

wo die Koeffizienten folgende Werte besitzen.

$$(67)\quad \begin{cases} A_1 = U(K_1) + \frac{4}{3} K_1 (K_1 - H_1)\,, \\ B_1 = -U(\Omega) - \frac{2}{3}(\Omega - 4)(K_1 - H_1) + 4 K_1\,, \\ C_1 = U(H_2) - 2(\Omega - 4)\,. \end{cases}$$

Wenn wir nun die Operation $Vf$ auf (64) ausführen, so folgt:

$$V(K_1)\,\varrho^2 - V(\Omega)\,\varrho + V(H_2) +$$
$$+ 2\,[2\,\varrho K_1 - (\Omega - 4)]\,[-\varrho^2 + \tfrac{1}{3}(K_2 - H_2)\,\varrho] = 0$$

und wenn man zur linken Seite dieser Beziehung die Glieder:

$$4\,[\varrho - \tfrac{1}{3}(K_2 - H_2)]\,[K_1\,\varrho^2 - (\Omega - 4)\,\varrho + H_2] = 0$$

hinzufügt, so erhält man die Beziehung:

$$(68)\qquad A_2\,\varrho^2 + B_2\,\varrho + C_2 = 0\,,$$

in welcher

$$(69)\quad \begin{cases} A_2 = V(K_1) - 2(\Omega - 4)\,, \\ B_2 = -V(\Omega) + \frac{2}{3}(\Omega - 4)(K_2 - H_2) + 4 H_2\,, \\ C_2 = V(H_2) - \frac{4}{3} H_2 (K_2 - H_2) \end{cases}$$

sind. In unseren Formeln herrscht eine Symmetrie. Wenn man die Parameter $u$, $v$ miteinander vertauscht, so geht $\varrho$ in $\dfrac{1}{\varrho}$ über, die Gleichung (64) bleibt invariant und die Gleichungen (66) und (68) gehen ineinander über, weil dabei die Größen $A_1$, $B_1$, $C_1$ mit den entsprechenden Größen $C_2$, $B_2$, $A_2$ vertauscht werden.

Man beachte nun, daß das System (65) dann und nur dann durch eine kontinuierliche Schar von Funktionen $\varrho$ befriedigt wird, wenn gleichzeitig:

$$K_1 = 0\,, \quad \Omega = 4\,, \quad H_2 = 0$$

und daß in diesem Falle die genannte Schar von einer einzigen willkürlichen Konstante abhängig ist.

Schließt man diesen Fall aus, so können höchstens zwei Funktionen $\varrho$ existieren, die dem genannten Systeme genüge leisten. Zunächst ist es klar, daß weder durch $\varrho = 0$ noch durch $\dfrac{1}{\varrho} = 0$ dem Systeme (65) genügt werden kann. Man sieht ferner, daß jede Funktion $\varrho$, welche das System (65) befriedigt, auch die Gleichungen (64), (66), (68) befriedigt, und daß sie, falls $\varrho$ eine einfache Wurzel der Gleichung (64) ist, immer das System (65) befriedigt, sobald sie nur den beiden Gleichungen (66), (68) genüge leistet.

Man kommt also, falls die Gleichung (64) einfache Wurzeln besitzt, auf die Bedingung:

$$\Delta = \begin{vmatrix} K_1 & -(\Omega - 4) & H_2 \\ A_1 & B_1 & C_1 \\ A_2 & B_2 & C_2 \end{vmatrix} = 0; \tag{70}$$

wenn man ferner die algebraischen Komplemente der Elemente dieser Determinante mit:

$$\begin{matrix} \alpha_0, & \beta_0, & \gamma_0 \\ \alpha_1, & \beta_1, & \gamma_1 \\ \alpha_2, & \beta_2, & \gamma_2 \end{matrix} \tag{71}$$

bezeichnet, so sieht man, daß zwei Fälle auseinander gehalten werden müssen, je nachdem alle Größen (71) gleich Null sind oder nicht. Tritt die erste dieser Möglichkeiten ein, so befriedigen die beiden Wurzeln der Gleichung (64) das System (65). Bei der zweiten kann dies nur für eine dieser Wurzeln stattfinden, und man überzeugt sich leicht, daß dabei jede Reihe:

$$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i \qquad (i = 0, 1, 2) \tag{72}$$

entweder aus Größen bestehen muß, die alle drei gleich Null sind, oder aus Größen, die alle drei von Null verschieden sind. In der Tat, wären in einer Reihe (72) einige Größen gleich Null, andere hingegen von Null verschieden, so könnte dies entweder mit der Tatsache unvereinbar sein, daß das System (65) durch die Werte $\varrho = 0$ und $\frac{1}{\varrho} = 0$ nicht befriedigt werden kann, oder aber zu widersprechenden Werten der Unbekannten $\varrho$ führen. Es seien nun für ein bestimmtes $i$ alle Größen (72) von Null verschieden. Alsdann ergibt sich:

$$\varrho^2 = \frac{\alpha_i}{\gamma_i}, \quad \varrho = \frac{\beta_i}{\gamma_i};$$

es muß also

$$\alpha_i \gamma_i - \beta_i^2 = 0$$

sein. Es leuchtet demnach ein, daß die notwendigen und hinreichenden Bedingungen, daß eine der beiden einfachen Wurzeln der Gleichung (64) das System (65) befriedige, darin bestehen, erstens daß $\Delta = 0$, zweitens daß nicht alle Größen (72) gleich Null sind, und drittens daß die Beziehungen:

$$(73) \qquad \alpha_i \gamma_i - \beta_i^2 = 0 \quad (i = 0, 1, 2)$$

stattfinden. Dabei braucht man nicht hervorzuheben, daß in keiner Reihe (72) neben den verschwindenden Größen auch nichtverschwindende stehen können. Sobald nämlich die Beziehungen (70) und (73) stattfinden, so hätte eine solche Voraussetzung zur Folge, daß das System (65) durch $\varrho = 0$ oder $\frac{1}{\varrho} = 0$ befriedigt werden kann, was jedoch ausgeschlossen ist.

Wir wenden uns nun zu dem Falle der zweifachen Wurzel der Gleichung (64) d. h. zum Falle, in welchem nicht alle Koeffizienten $K_1$, $\Omega - 4$ und $H_2$ gleich Null sind und wo die Relation:

$$(74) \qquad 4 K_1 H_2 - (\Omega - 4)^2 = 0$$

stattfindet. Da die Werte $\varrho = 0$ und $\frac{1}{\varrho} = 0$ das System (65) nicht befriedigen können, so ist leicht zu ersehen, daß die in Rede stehende zweifache Wurzel jedenfalls nur dann dem Systeme (65) genügen kann, wenn keine von den Größen $K_1$, $\Omega - 4$, $H_2$ gleich Null ist. Die hinreichenden Bedingungen hierfür erhält man durch Hineinsetzen des Wertes:

$$\varrho = \frac{\Omega - 4}{2K_1}$$

in die Gleichungen (65). Es ergibt sich:

$$(75) \qquad \begin{aligned} K_1 U(\Omega) - (\Omega - 4) U(K_1) &= 4 K_1^2 + \tfrac{2}{3} K_1 (\Omega - 4)(K_1 - H_1), \\ K_1 V(\Omega) - (\Omega - 4) V(K_1) &= -(\Omega - 4)^2 + \tfrac{2}{3} K_1 (\Omega - 4)(K_2 - H). \end{aligned}$$

Es läßt sich leicht nachweisen, daß der zuletzt erörterte Fall demjenigen untergeordnet werden kann, in welchem alle Unterdeterminanten zweiten Grades der Determinante $\varDelta$ gleich Null sind. Mit Hilfe der Formeln (67) und (69) lassen sich die Beziehungen (75) in der Form:

$$(76) \qquad \begin{aligned} \gamma^2 &= (\Omega - 4) A_1 + K_1 B_1 = 0, \\ \gamma_1 &= -[(\Omega - 4) A_2 + K_1 B_2] = 0. \end{aligned}$$

darstellen. Auf grund der Beziehung (74) erhält man für $\varrho$ auch die Formel:

$$\varrho = \frac{2H_2}{\Omega - 4}$$

und wenn man diesen Wert in die Gleichungen (65) hineinsetzt, so ergibt sich:

$$(\Omega - 4)\, U(H_2) - H_2\, U(\Omega) = (\Omega - 4)^2 + \tfrac{2}{3} H_2 (\Omega - 4)(K_1 - H_1),$$
$$(\Omega - 4)\, V(H_2) - H_2\, V(\Omega) = -4H_2^2 + \tfrac{2}{3} H_2 (\Omega - 4)(K_2 - H_2).$$

also durch Anwendung der Formeln (67) und (69):

$$\begin{aligned} a_2 &= -[H_2 B_1 + (\Omega - 4) C_1] = 0, \\ a_1 &= H_2 B_2 + (\Omega - 4) C_2 = 0. \end{aligned} \qquad (77)$$

Aus den Beziehungen (76) und (77) folgt, daß man derartige Faktoren $m_1$ und $m_2$ finden kann, daß

$$A_1 = m_1 K_1, \quad B_1 = -m_1 (\Omega - 4), \quad C_1 = m_1 H_2,$$
$$A_2 = m_2 K_1, \quad B_2 = -m_2 (\Omega - 4), \quad C_2 = m_2 H_2.$$

Es sind also alle Unterdeterminanten zweiten Grades der Determinante $\Delta$ gleich Null.

---

54. M. M. RACIBORSKI m. c. **Jawańskie Hypocreaceae, Scolecosporae.** *(Über die javanischen Hypocreaceae und Scolecosporae). (Sur les Hypocreaceae et Scolecosporae de Java).*

(Planche XXX).

Während in Europa die sklerotienbildenden Rassen der Claviceps purpurea zu den gewöhnlichsten Gräserparasiten gehören, begegnete ich während meiner javanischen Exkursionen keiner Clavicepsart. Hingegen sind sklerotienlose Verwandte der Claviceps auf Java sehr häufig, sowohl als Parasiten auf Pflanzen und Tieren als auch als Epiphyten zu finden, und zwar in großer Mannigfaltigkeit der morphologischen Gestalt, von den äußerst einfach gebauten Micronectria- oder Baryaarten zu den großen Balansia- und Konradiaarten. Manche von den javanischen Epichloearten führen zur Bildung sonderbarer Gallenbildungen auf der Nährpflanze, wie E. montana und E. Bambusae. Noch reicher ist unsere Gruppe in bezug auf die Zahl der Arten in den Wäldern Brasiliens vertreten, wie es sich aus den Untersuchungen A. Möllers ergibt. In der vorliegenden Arbeit will ich einige noch unbekannte Arten beschreiben, die schon vorhandenen Beschreibungen mancher anderen Arten

auf grund besser entwickelter Exemplare ergänzen, und endlich die Habitusbilder einiger größeren Arten mitteilen.

1. *Epichloe Kyllingiae* nov. sp. Auf den Stengeln der Kyllingia monocephala (Cyperaceae) auf den Grasflächen in Buitenzorg häufig. Dicht unterhalb der Blattfläche bildet sich rings um den dreikantigen Stengel ein braunschwarzes Stroma. Dieses wird 2—20 mm lang, ist an Kanten sehr dünn, schwarz und steril, auf Stengelflächen 350—500 μ dick, polsterförmig, in lebendem Zustande glatt, nach dem Austrocknen etwas warzig, mit schwarzer, bis 50 μ dicker Rinde, im Inneren hellbräunlich, mit sehr zahlreichen, dicht gedrängten, länglich ovalen, 95 – 120 μ breiten, 320—380 μ langen Perithecien. Diese haben braune Wandungen, kurzen Hals, ohne hervorragende Mündung. Die Paraphysen fehlen. Die Asci sind linear, 180—210 μ lang, 5 μ dick, an der Spitze flach abgerundet, achtsporig. Die Sporen sind linear, farblos, reich septiert, zum Teil schon in den Asci in 1 μ dicke Teilsporen von sehr wechselnder Länge zerfallend.

Von den 9 bisher bekannten Epichloearten leben die meisten parasitisch auf Gräsern, mit Ausnahme der unten noch zu besprechenden, auf Dikotylen wachsenden E. montana und der auf Marantaceen schmarotzenden E. Warburgiana Magnus. Von der häufig vorkommenden E. typhina Pers. finden wir jedoch die Angabe (Saccardo, Sylloge II., S. 578), sie komme in Nordamerika auf Carex vor. Die jetzt beschriebene Art steht den Gramineenarten so nahe, daß ihre generische Abtrennung unnatürlich wäre. Und doch bildet sie in gewisser Hinsicht einen Übergang zu der Gattung Ophiodothis, da das Stroma nicht ganz mit Perithecien bedeckt ist, sondern an den drei Kanten sterile Streifen zeigt. Der Zusammenhang dieser Erscheinung mit dem Bau der Stengel der Nährpflanze liegt jedoch zu nahe, als daß deswegen die Trennung der Cyperaceenart von Epichloe berechtigt erschiene.

2. *Epichloe Bambusae* Pat. (N. Patouïllard, Enum. des champ. récoltés à Java par M. Massart; Annales du jardin bot. de Buitenzorg, Suppl. 1, 1897, S. 125) ist die auf Java gewöhnlichste und die stattlichste Epichloeart. Sie verursacht auf verschiedenen Gigantochloa- und Bambusaarten große, von weitem sichtbare niederhängende Hexenbesen. Das Mycelium lebt in der Knospe zwischen den eingerollten Blättern. Die unteren Blätter, welche durch die Pilzlage nicht stark genug zusammengehalten werden, entwickeln

sich normal und zeigen an den beiden Blattflächen ein silberweißes Häutchen, Reste des vertrockneten Mycels. Die apikalen Blätter können sich jedoch nicht entfalten, die Internodien wachsen enorm in die Länge, bleiben jedoch dabei dünn, bis sich endlich — nachdem die infizierten Zweige verschiedene Länge erreicht haben — an der Oberfläche der eingerollten Spitzenblätter einseitig ein schwarzes Stroma bildet. Dieses ist von wechselnder Länge (2—10 cm), im lebenden Zustande glatt und glänzend und enthält dicht nebeneinander stehende Perithecien. Die Perithecien sind oval, 220—260 $\mu$ lang, 100—160 $\mu$ breit, mit einem deutlichen dunklen Gehäuse, ohne Paraphysen. Die Asci sind linear-zylindrisch, 130—150 $\mu$ lang, 5—7 $\mu$ breit, zunächst achtsporig; die Sporen linear und zerfallen bald in sehr zahlreiche, 7—8 $\mu$ lange, 1·5—2 $\mu$ dicke Teilsporen.

Die Spitze des Halmes, der ein Stroma aufsitzt, ist nicht mehr entwicklungsfähig und stirbt ab; jetzt treiben einige Achselknospen aus, die jedoch offenbar (schon im ersten Entwickelungsstadium) infiziert worden sind und so wiederum lange und dünne, niederhängende Internodien und endlich an der Spitze ein Stroma bilden und da absterben. Nur die Spitzen der Halme sterben ab, die ausgewachsenen, mit entfernt stehenden Blättern besetzten Internodien leben weiter. Auf diese Weise entstehen die sonderbaren, von weitem sichtbaren, niederhängenden Hexenbesen und treten manchmal in zahlreichen Exemplaren auf einem und demselben Bambusabusch auf, der dann wie mit Loranthus besetzt erscheint. Die Sundanesen halten auch diese Hexenbesen für einen Loranthus. Die Hexenbesen können eine beträchtliche Länge erreichen. In meiner Sammlung befindet sich ein Exemplar von zwölf Meter Länge, wobei die Äste an der Basis nur 5—8 mm dick sind. Es ist wahrscheinlich das größte Hexenbesenexemplar.

Infolge der Reizwirkung des Parasiten erleiden die infizierten Knospen zweiter Ordnung folgende Wachstumsstörungen. 1) Die Internodien bleiben dünn, wachsen jedoch stark in die Länge, bilden viel mehr Blätter, als es sonst bei solchen Seitenästen der Bambusspitzen der Fall ist; dabei hängen diese Aste nieder, ihre Blätter entfalten die Lamina wenig und unvollkommen. 2) Es entwickeln sich besonders an der Basis der infizierten Seitenäste neue, wiederum krankhaft in die Länge wachsende, zahlreiche niederhängende Seitentriebe. Die durch Epichloe infizierten Gräserhalme blühen in der Regel nicht, ebenso wenig die infizierten Bambusaäste. Da jedoch

die Bambusaarten auf Java nur sehr selten blühen und ich kein blühendes, mit Epichloe besetztes Exemplar beobachten konnte, so kann ich von dem blütenhemmenden Einfluß der Epichloe Bambusae nichts sagen.

3. *Epichloë montana* Rac. (beschrieben in „Parasitische Algen und Pilze Java's" III, 23, Batavia, 1900) wächst auf Myrsine affinis, also im Gegensatz zu allen anderen Arten der Gattung auf einer dikotylen Pfianze. P. A. Saccardo (Sylloge fungorum XVI, 607) bezweifelt die Zugehörigkeit dieser Art („Vix huius generis. Balansiae species?"). Balansia besitzt auf dem Stroma stehende, gestielte Fruchtkörper, bei Epichloë montana dagegen befinden sich die Perithecien auf der ganzen, nicht differenzierten stromatischen Lage. Äußerlich ist diese Art in der Tat von übrigen Epichloearten sehr verschieden, doch die abweichende morphologische Gestalt ist durch die sonderbare Entwickelung der Nährpflanze bedingt, bei der sich die befallenen Achselknospen als Gallen entwickeln. Der parasitische, gallenbildende Pilz dagegen, der die Knospen dicht bedeckt, ist — dem Bau nach — eine typische Epichloë. Wollte jemand dagegen unsere Art generisch auf grund der Gallenbildung trennen, so müßte er nach dem oben gesagten es auch bei E. Bambusae tun, ein Verfahren, welches weder nötig noch praktisch erscheint (Taf. XXX, Fig. 1).

4. *Ophiodothis thanathophora* (Lév.) Rac. Léveille hat (Champignons exotiques. Ann. scien. nat. 1845, 55, nr. 284) auf grund der nicht vollständig entwickelten Exemplare Junghuhns (Herb. Lugd. Bat.) eine Dothidea thanatophora kurz, jedoch erkenntlich beschrieben. Saccardo (Syll. fungorum II, 624—625) versetzte die Art in die Gattung Phyllachora. Ich habe den Pilz auf einer Fimbristilis sp. am Gedeh, am Wege von Tjibeurrum zu den heißen Quellen Tjipanas, in nächster Nähe des Aruncus javanicus gefunden, jedoch zunächst nur in sterilen Exemplaren, und es kostete viel Zeit, fruktifizierende Exemplare zu finden

Die Art ist mit Epichloë sehr nahe verwandt, jedoch mit zahlreichen, getrennten Fruchtkörpern auf dem Stroma. Die Fruchtkörper sind jedoch nicht wie bei Balansia gestielt, sondern sitzend, der Pilz gehört also zur Gattung Ophiodothis Sacc. Hieher gehören mehrere Arten, welche auf Cyperaceen, Gramineen und verschiedenen Dikotylen parasitisch wachsen, jedoch nur z. T. besser bekannt sind. Eine sehr richtige Umgrenzung der Gattung machte

Alf. Möller (Phycomyceten und Ascomyceten aus Brasilien 1901, 186–188). Die Beschreibung der javanischen Art lautet:

Die Pilzhyphen leben in den Blütenständen, diese mit einem aschgrauen Stroma überziehend und alle Lücken zwischen den Fruchtknoten und den Hüllblättern ausfüllend. Die jungen Stromata an der Oberfläche sind glatt, jedoch mit farblosen, pfriemlichen Konidienträgern bedeckt, welche an der Spitze schmale, oval spindelförmige Konidien abschnüren. Die Stromata sind im Querschnitt dreieckig, bis 1 cm dick, bis 7 cm lang. Die Konidien laufen beiderseits spitz zu, sind 1 $\mu$ breit, bis 4 $\mu$ lang. An älteren Exemplaren bilden sich dicht nebeneinander stehende, polsterförmige, sitzende, schwarze Fruchtkörper. Diese sind schwarz berindet, innen aschgrau, bis 1 mm dick, 1—3 mm breit. Die Perithecien sind flaschenförmig, ohne Paraphysen, mit deutlichem, grauem Gehäuse, an der Basis abgerundet, lang ausgezogen, nicht hervorragend. Die Asci sind linear, bis 200 $\mu$ lang, 4—5 $\mu$ breit, achtsporig; die Sporen farblos, fadenförmig, durch Querwände getrennt, in dem Ascus nicht zerfallend, bis 1 $\mu$ breit, fast von Ascuslänge (Taf. XXX. Fig. 2).

5. *Balansia gigas* nov. sp. In den Sproßspitzen des Paspalum sp. in Preanger, in Soekanegara, östlich von dem Pasangrahan in einer Chinaplantage in der Nähe des Baches. Der Blütenstand der infizierten Nährpflanze durchbricht nicht mehr ganz die Hülle der Blätter, und es bildet sich an dieser Stelle ein kugliger Körper, das Stroma des Pilzes. Dieses ist 1—2 cm breit und hoch, im Innern kreideweiß und weich, auf der Oberfläche mit dünner, gelblich-brauner Rindenschicht bedeckt. Auf der ganzen Oberfläche dieses Stromas kommen die gestielten Fruchtkörper, 30—50 an der Zahl, dicht gedrängt zum Vorschein. Die einzelnen Fruchtkörper haben einen gelblich braunen, 1–2 mm dicken, 1—4 mm hohen Stiel und ein kugliges, an der Basis leicht abgeflachtes, glattes, rotbraunes Köpfchen von 1·5–3·5 mm Durchmesser. Das Köpfchen ist im Inneren weiß, an der Oberfläche von fester, braunroter Rinde umgeben. Die Perithecien sind schmalflaschenförmig, 110–140 $\mu$ breit, bis 500 $\mu$ lang, mit abgerundeter Basis, schmal ausgezogenem Hals, und nicht hervorragender, punktförmiger, sehr kleiner Mündung. Die Paraphysen fehlen. Die Asci sind linear, 3—4 $\mu$ breit, 140—190 $\mu$ lang, achtsporig; die Sporen fadenförmig, äußerst

dünn, reich septiert, farblos, im Ascus nicht zerfallend. (Taf. XXX, Fig. 4).

Die Art ist von den anderen, elf tropischen Balansiaarten infolge der großen, kugligen Pilzkörper, sowie der gelbbraunen Fruchtkörper leicht zu unterscheiden. Nächst verwandt sind: B. pallida Winter und B. diadema Möller.

6. Im Gegensatz zu der beschriebenen ist eine andere Balansiaart mit schwarzen Köpfchen auf Java sehr häufig. Ich habe sie unter dem Namen *B. Claviceps Speg.* in der Abhandlung „Pflanzenpathologisches aus Java". II. (Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, 1898, VIII), ausführlich beschrieben. Nachträglich habe ich sie reichlich in den Kaffeeplantagen am nördlichen Abhang des Salak, nördlich von Soekaboemi am Fuß des Gedeh gefunden. Die javanische Art kann ich von der brasilianischen Spegazinis -- nach der Beschreibung gar nicht unterscheiden. Die sehr ähnliche Möllersche Art B. redundans hat an der Basis tief vertiefte Köpfchen und ein wenig längere Asci. (Taf. XXX, Fig. 3).

7. *Ustilaginoidea bogoriensis* nov sp. In der zylindrischen Rispe der Hymenachne indica sind an verschiedenen Stellen Gruppen von wenigen, bis 30 benachbarten Blüten durch den Pilz vernichtet. Zwischen den Spelzen wird das ganze Gewebe verwüstet und in einen im Inneren weißen, sklerotiumähnlichen, jedoch weichen, also nicht dauerhaften Körper verwandelt. Dieser Pilzkörper ragt nicht über die Spelzen hinaus, zwischen welchen er wie in einem schmalkonischen Kelch eingesenkt lagert und etwa 1 mm breit ist. Die Hyphen sind 2 $\mu$ dick, wenig verzweigt und verlaufen alle in der oberen, breiteren Hälfte des Pilzkörpers parallel nach oben. Diese Hyphen sind reichlich septiert und jede Zelle derselben bildet an der Peripherie zahlreiche (2—12) sitzende, runde Sporen, deren Ansatzstellen als kaum merkbare Höckerchen auch nach dem Abfallen auf der Stützhyphe zurückbleiben. Die Sporen sind in der Masse ochergelb, in Wasser untersucht, schwefelgelb und unregelmäßig mit Wärzchen bestreut. In Chloral verschwinden ihre gelbe Farbe und die Wärzchen gänzlich, und die Sporen erscheinen jetzt genau kuglig, glatt, 4—5 $\mu$ breit.

In Wasser ausgesäte Sporen keimen gleich mit kurzer und dünner, gerader Hyphe, welche zunächst apikal eine ovale, hyaline Konidie, dann dicht unterhalb derselben eine zweite und dann weiter

auf dieselbe Weise weitere Sporen bis zur völligen Erschöpfung der Sporen bildet.

In Buitenzorg, sowie auf derselben Nährpflanze in Djampang wetan am Wege über Tjiloemoet nach Tanggeung. Die Ascusgeneration ist ebenso unbekannt, wie bei U. Oryzae und U. virens (Raciborski. Par. Algen und Pilze III, 24. Batavia 1900).

8. *Hypocrella Sacc.* habe ich in Westjava in mehreren Arten gefunden, welche gewöhnlich auf den Blattläusen oder anderen Tieren parasitisch leben, auf deren Leichen sich zunächst die Konidien, dann auch die Perithecien bilden. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten sind wenig distinkt und beruhen auf Differenzen in der Färbung und der Gestalt des Stromas, auf der Beschaffenheit der Oberfläche derselben, die entweder glatt oder hügelig erscheint, auf der Größe der Teilsporen. Ich habe früher eine Art H. discoidea (Berk. et Br.) beschrieben (Parasitische Algen und Pilze, III, 22), deren Sporen in den Schläuchen nicht zerfallen.

Im Gegensatz dazu geschieht dies bei allen jetzt zu beschreibenden Arten; die langen Sporen zerfallen hier noch in dem Ascus in zahllose, gewöhnlich kleine Teilsporen. Bresadola hat auf grund dieses Merkmales eine Gattung (nach Möller Untergattung) Mölleriella gebildet, jedoch erscheint es mir nicht ratsam, auf dieser Grundlage eine generische Trennung durchzuführen. Aus Java wurden bisher außer der schon erwähnten H. discoidea noch drei andere Hypocrellaarten erwähnt, und zwar H. Gardeniae Hennigs (Fungi Warburgiani, Hedvigia, 1893, 223), deren Asci unbekannt sind, H. scutata (Cooke) aus Tjibodas (N. Patouillard, Enum. des champignons récoltés à Java par M. Massart, 125) und eine H. Pernettyae Pat. (l. c. S. 125). Die Beschreibung der beiden letzten auf grund der Alkoholmateriale, also ohne Farbenangabe.

9. *Hypocrella globosa* nov. sp. Die Fruchtkörper sind kuglig, mit schmaler Basis der Blattoberfläche aufsitzend, 2—3·5 mm breit und hoch, hartknorpelig, grauschwarz. Die dünne Rindenschicht ist dunkelgrau, das Innere der Kugel zunächst weiß, weiter blaßgelblich. Die Perithecien sind flaschenförmig mit ovalem Bauch, abgerundeter Basis, lang ausgezogenem Halsteil, 100—122 $\mu$ breit, 360—400 $\mu$ lang, mit orangegelber Wand, in dem Stroma mit Ausnahme der kleinen papillenförmigen Mündung, welche ein wenig über die Oberfläche hervorragt, ganz eingesenkt. Die Paraphysen fehlen. Die Asci sind schmal linear spindelförmig, an der 3 $\mu$ breiten Spitze

flach abgerundet, 8 μ breit, 160—190 η lang, in der Jugend achtsporig, die Sporen schmallinear. Im späteren Stadium zerfallen die Sporen noch in dem Ascus in sehr zahlreiche Teilsporen. Diese sind kurz stäbchenförmig, farblos und glatt, 1—1·5 μ breit, 2·5—4 μ lang.

Diese Art lebt auf der Oberseite der Blätter der Castilloa elastica, besonders längs der Nerven vereinzelt sitzend; in Buitenzorg.

10. *Hypocrella Amomi* nov. sp. Lebt auf Blattläusen. Das Stroma weiß, mit einem Stich ins Gelbe. Es bildet sich zunächst ein rundlicher, weißer, scharfrandiger Hypothallus und darauf ein weißes, bis 1·2 hohes, rundliches, bis 4 mm breites Stroma. Dieses ist im Inneren weiß, besitzt eine dichte, weiße Rindenschicht, fast vertikal aufsteigende Ränder, und ist mit kleinen Hügeln bedeckt, in welchen je ein Perithecium eingesenkt ist. Die Perithecien und ihre Mündungen ragen nicht hervor, sind flaschenförmig, mit abgerundeter Basis, lang eiförmigem Bauch, und einem langen, ganz eingesenkten Hals, mit gelber Wandung. Die Perithecienhöhle ist bis 210 μ breit, mit dem Hals bis 550 μ lang. Die Paraphysen fehlen. Die Asci sind linear, in der Mitte 8—10 μ breit, beiderseits langsam verschmälert, jedoch an der Spitze ein wenig verbreitet und flach abgerundet, bis 400 μ lang, anfangs achtsporig, die Sporen fadenförmig, umeinander gedreht, und zerfallen bald in zahllose Teilsporen. Diese sind kurz spindelförmig, beiderseits spitz lanzettlich, 13—16 μ lang, in der Mitte 2 μ breit.

Gefunden auf Blattläusen, auf der Unterseite der Blätter eines Amomum sp. auf dem Gunung Gakak, westlich von Salak.

Eine der H. Amomi sehr ähnliche Art, vielleicht nur eine Abart derselben, habe ich in Depok auf einer Polyalthia sp. gefunden. Diese will ich hier als Abart „*plana*“ bezeichnen.

Die Fruchtkörper sind schneeweiß, bis 0·7 mm dick, die Perithecialmündung rag ein wenig über die Spitze der stromatischen Hügel hervor und besitzt eine farblose Wandung. Die Asci sind 6—8 μ dick, bis 200 μ lang; die Teilsporen stäbchenförmig, 10—12 μ lang, bis 1 μ dick, farblos.

11. *Hypocrella convexa* nov. sp. Die Fruchtkörper sind weiß, gelblich, rund, 2—4 mm breit, mit flacher Basis und glatter, konvexer Oberfläche, mit scharfen Rändern, weichlederig, mit gelber, bis 25 μ dicker, deutlicher Rindenschicht überzogen, mit zahlreichen, sehr kleinen, runden, gar nicht vorragenden Öffnungen der Perithecien.

Die Perithecien mit dünner, weißer Wandung, ganz eingesenkt, flaschenförmig, mit abgerundeter und breiter Basis, mit lang ausgezogenem und schmalem Halsteil, 160—190 μ breit, bis 540 μ lang, ohne Paraphysen. Die Asci sind zylindrisch, gegen die Spitze schmal ausgezogen, an der Spitze flach gewölbt, in der Mitte 15 μ breit, bis 210 μ lang, im zylindrischen Gipfelteil 5—6 μ breit, in der Jugend achtsporig, die Sporen fadenförmig, farblos, bald durch die zahlreichen Querwände geteilt und in die Teilsporen zerfallend. Die Teilsporen stäbchenartig, an den Enden abgerundet, bis 1 μ breit, 5—8 μ lang.

Gefunden auf Schildläusen auf Myristicablättern in Depok, sowie an Garciniablättern bei Buitenzorg.

12. *Barya montana* nov. sp. Auf Blättern finden sich Leichen der Tiere mit flockig-pulverigem, schneeweißem Mycelium überzogen, aus welchem zunächst ein stilbumartiger, schneeweißer, 0·5 mm dicker, 4·5 mm hoher, an der Spitze ein wenig angeschwollener Konidienträger, dann aber rings am Tierkörper weiße, lang ovale, freie Perithecien stehen. Diese sind 750—900 μ lang, bis 400 μ breit, mit der Basis in das weiße Mycelium eingesenkt, an der Spitze abgerundet und mit runder, nicht hervorragender Mündung versehen. Das Fruchtgehäuse ist ein wenig gelblich, sehr fest und scharf konturiert, auf der Oberfläche mit einer dünnen Schicht des flockigen, weißen Myceliums überzogen. Die Paraphysen fehlen. Die Asci sind schmal und lang linear, an der Spitze konisch zugespitzt und an dieser Stelle dickwandig, achtsporig, bis 300 μ lang, 4—5 μ breit; die Ascosporen fadenförmig, farblos, grade oder spiralförmig umeinander gewunden, quergeteilt, später (im Ascus) in zahllose lineare Teilsporen zerfallend.

Gefunden auf Spinnen, auf den Zweigen der Podocarpus cupressina am Kandakbadak auf dem Gedeh. Die verwandte Gattung Torrubiella Boud. besitzt Paraphysen.

13. *Barya salaccensis* nov. sp. Auf der Unterseite der Blätter erscheinen auf den Blattläusen schwefelgelbe, runde, 5—7 mm breite Lager mit flach gewölbter Mitte, auf welcher die kleinen Mündungen der Konidiengänge sichtbar sind, und rings um den zentralen Hügel sehr zahlreiche kuglige oder halbkuglige, freie Perithecien. Das Mycelium geht von den Blattläusen auf die Blattfläche über, dringt jedoch in das Blattgewebe nicht ein. Es stellt ein dichtes Geflecht von schwefelgelber Farbe dar, welches aus einer dunkle-

ren, festen und dünnen Rindenschicht und aus mehr lockerem Innengewebe aufgebaut ist. Anfangs bilden sich in diesem Stroma unregelmäßige Gänge, welche nach der Art der Aschersonia im Innern an den Traghyphen die ganz kleinen, glatten, spindelförmigen Konidien abschnüren, nachher ringsherum die Perithecien. Diese sind voneinander entfernt, die peripheren (kugligen) stehen frei, die mittleren sind ein wenig mit dem basalen Teil in das Stroma eingesenkt und in der unteren Hälfte durch das Hyphengeflecht verschmolzen. Die Perithecien sind 0·7 mm breit, die Perithecialhöhle bis 300 $\mu$ breit, bis 420 $\mu$ hoch, eiförmig flaschenförmig, ihre Wandung sehr dick, die Mündung flach, die Oberfläche nicht glatt, sondern mit konischen Zotten besetzt, schwefelgelb. Die Paraphysen fehlen. Die Asci sind bündelförmig, farblos, schmal, lang linear, von der Länge der Perithecialhöhle. Die Spitze der Asci ist flach konisch, verdickt, bei der Reife verquellend, wobei sich der Rand der apikalen Öffnung nach unten zurückbiegt. Anfangs achtsporig. Die Ascosporen von der Länge der Asci, dünn fadenförmig, ursprünglich umeinander spiralig eingerollt, dann durch sehr zahlreiche, quergehende Teilungen vielzellig. Jede Teilzelle der Spore wächst weiter in die Länge und Breite, teilt sich wiederholt durch Querwände, bis endlich die Schläuche durch die schmalelliptischen, losen Teilsporen ganz ausgefüllt sind. Die Asci sind 12—14 $\mu$ breit, die Teilsporen bis 10 $\mu$ lang, bis 2·5 $\mu$ breit, glatt, farblos.

Gefunden auf Blattläusen auf der Unterseite der Blätter der Castanea argentea und Lasianthus sp. am Salak und Gedeh.

Als einfachst gebaute Hypocreaceae scolecosporae Java's habe ich einen winzigen epiphyllen Pilz entdeckt, dessen Gattungszugehörigkeit mir Schwierigkeiten bereitet. Es ist die

14. *Ophionectria (?) anomala* nov. sp., epiphytisch auf der Unterseite lebender Blätter lebend. Die Fruchtkörper sind schneeweiß, kurz zylindrisch, bis 190 $\mu$ breit, bis 220 $\mu$ hoch, mit geraden Seiten und abgestutztem Scheitel, auf einem kleinen Kissen weißer Hyphen sitzend, dickwandig, auf der Oberfläche mit Körnchen bedeckt, nur je ein flaschenförmiges, bis 170 $\mu$ hohes, 100 $\mu$ breites Perithecium enthaltend. Dieses besitzt einen schmalen Hals mit nicht hervorragender Mündung und differenzierter Wandung. Die Paraphysen sind farblos, sehr dünn fadenförmig, septiert, an der Spitze nicht angeschwollen; die Asci zylindrisch, 8—10 $\mu$ breit, an der Spitze abgerundet, bis 160 $\mu$ lang, achtsporig; die Sporen faden-

förmig, fast von Ascuslänge, parallel liegend oder umeinander gewunden, septiert, in Teilsporen zerfallend (durch Querteilung). Die Teilsporen sind 1·5 $\mu$ dick, bis 8 $\mu$ lang.

Gefunden auf der Unterseite der Blätter des Hydnophytum in Tjampea bei Buitenzorg.

Die Gattungbestimmung dieser höchst einfach gebauten kleinen skolekosporen Art bereitete Schwierigkeiten. Sowohl Ophionectria, wie auch Oomyces, zu welchen diese Art eingereiht werden könnte, besitzen keine Paraphysen. Diese finden sich dagegen bei verwandten, skolekosporen Sphaeriaceen, z. B. manchen Ceuthocarponarten.

## Tafelerklärung.

Die Habitusbilder sind alle in natürlicher Größe gezeichnet.

Fig. 1. Epichloe montana Rac. Aus Myrsine affinis auf Salak, mit den sonderbaren Gallenbildungen.

Fig. 2. Ophiodotis thanatophora (Lev.) Rac. Auf Fimbristilis sp. Auf Gedeh. Der apikale Fruchtkörper produziert nur Konidien, auf dem unteren sind einige schwarze, perithecienhaltige Kissen vorhanden.

Fig. 3 Balansia Claviceps Speg. Am Nordfuß des Salak, auf Panicum.

Fig 4. Balansia gigas Rac. Auf Paspalum.

---

55. M. NIKLEWSKI BRONISLAS. **Przyczynek do znajomości mikrobów utleniających wodór.** ***(Ein Beitrag zur Kenntnis Wasserstoff oxydierender Mikroorganismen).*** *(Contribution à la connaissance des microorganismes oxydants l'hydrogène).* Mémoire présenté par M. M. Raciborski m. c.

(Planche XXXI).

Die physiologisch ebenso interessante wie phylogenetisch merkwürdige Gruppe autotropher Mikroorganismen legt die Vermutung nahe, daß noch andere als die bisher bekannten Prozesse in den Dienst des organischen Lebens gezogen werden. So erwähnt bei der Diskussion der Atmungstätigkeit Pfeffer in seiner Physiologie [1]) die Möglichkeit der Wasserstoffoxydation durch Mikroorganismen.

In der Tat sind schon seit langem in der Literatur Versuche bekannt, welche diese Annahme wahrscheinlich machen. Saussure

[1]) Pflanz. Phys. 2. Aufl. I., S. 532.

stellt in einer umfangreichen Arbeit[1]) durch zahlreiche Versuche fest, daß während das Volumen reiner Wasserstoffatmosphäre bei Anwesenheit fermentativer Körper sich nicht ändert, eine Gasverminderung eintritt, wenn Erbsen in Wasser bei Anwesenheit eines Gemisches von Wasserstoff und Sauerstoff faulten. Die Abnahme beider Gase wurde gasanalytisch festgestellt. Dasselbe Resultat wurde bei Anwendung von Heideerde. Seide, Baumwolle u. a. m. erzielt. Über die Natur des Prozesses ergaben verschiedene Zusätze Aufschluß. Eine Beimischung von Seesalz zu gut wirkender Erde (1:4) hob die Kondensation der Gase auf, ebenso wirkte freie Schwefelsäure (1:100). Der Glührückstand der Erde rief erst nach 2—3 Monaten eine namhafte Kondensation hervor. Dagegen übte ein Zusatz von „Olefin“ (1:4) auf den Gang des Prozesses keinen Einfluß aus, wogegen durch Faraday festgestellt wurde, daß dieser Körper auch in viel geringerer Konzentration (1:48) die Platinkatalyse aufhob. Dagegen verhinderte die Kohlensäure in einer Konzentration von (1:4) die Oxydation des Wasserstoffs, während sie die Platinkatalyse nicht beeinflußte. Auch Kohlenoxyd hob die Wasserstoffoxydation in Saussure's Versuchen auf.

Ein Verschwinden der Knallgasatmosphäre unter der Einwirkung der Erde wurde bei Versuchen über Denitrifikation von Immendorf wahrgenommen[2]). Die Versuche wurden einigemale wiederholt, allein es bedurfte oft mehrerer Wochen, um den Prozeß in Gang zu setzen, wiewohl dann das Knallgas in einigen Tagen zum größten Teil verschwand. Gasanalytisch konnte ein Verschwinden des Wasserstoffs und Sauerstoffs und das Auftreten von Kohlensäure festgestellt werden. Dagegen rief die mit Chloroform versetzte Erde keine Wirkung auf die Knallgasatmosphäre hervor. Die Frage wurde aber von ihm nicht weiter verfolgt.

An diese Versuche Immendorfs anknüpfend habe ich auf Veranlassung des Herrn Geheimrat Pfeffer im Herbst 1904 im botanischen Laboratorium der Universität Leipzig Versuche über die Oxydation des Wasserstoffs angestellt, die ich dann in Dublany im botanischen Institut der landwirtschaftlichen Akademie und zuletzt

[1]) Théodore de Saussure. Action de la fermentation sur le mélange des gaz oxygène et hydrogène. Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève. Tome huitième, 1839, p. 163.

[2]) Landwirtschaftl. Jahrb., Bd. 21, 1892. Beiträge zur Lösung der Stickstofffrage.

in der chemisch-landwirtschaftlichen Versuchsstation Dublany fortsetzte.

Inzwischen sind Arbeiten von Hermann Kaserer über den nämlichen Gegenstand erschienen [1], durch die wesentlich die Erweiterung der Kenntnisse in dieser Frage herbeigeführt wurde. Der Autor führt in der vorläufigen Mitteilung aus, daß er in Gärkölbchen nach Einhorn auf anorganischer Nährlösung, welche u. a. $NH_4Cl$ und $NaHCO_3$ enthielt, einen Organismus züchtete, welcher unter Bildung einer dichten Bakterienhaut das in dem Schenkel des Kölbchens enthaltene, aus H, O, $CO_2$ bestehende Gasgemisch zum Teil kondensierte, wogegen in den ungeimpften Kontrollkölbchen eine viel geringere Gasabnahme durch Diffusion stattfand. Freie Kohlensäure war für diesen Prozeß durchaus notwendig. Solange Wasserstoff den Rohkulturen zur Verfügung stand, trat nie Nitrit auf. Bei geringer Luftzufuhr fand die Nitrifikation erst dann statt, wenn der Wasserstoff oder in anderen Fällen das Methan verschwunden war. Bei genügender Luftzufuhr waren beide Prozesse nebeneinander möglich.

In der ein Jahr später erschienenen Hauptarbeit macht uns der Autor mit „zwei morphologisch und physiologisch wohl unterschiedenen Bakterien“ bekannt, welche Wasserstoff veratmen, Bac. pantotrophus und Bac. oligocarbophilus. Bac. pantotrophus wächst auf anorganischer Nährlösung ohne Hautbildung als diffuse Trübung. Für das Wachstum dieser Kulturen ist „unbedingt eine im Verhältnis zur Sauerstoffmenge beträchtliche Kohlensäuremenge erforderlich“. Der Autor verwendet ein Gasgemisch, das etwa 15% $CO_2$ enthält. Mit diesem Organismus führt der Autor einige Versuche aus, in denen er gasanalytisch das Verschwinden der Gase feststellt. Allerdings wurden die Analysen auch nur in diesen kleinen Kölbchen ausgeführt, wo also besonders auch die Absorption des Gases, namentlich der $CO_2$, durch die Kulturflüssigkeit störend wirken mußte. Auf mineralischer Nährlösung bildet der B. pantotrophus Formaldehyd, was allerdings der Autor nur durch eine schwache Rötung („rosa oder hellrot“) des Phosphatniederschlages

[1] Über die Oxydation des Wasserstoffs und des Methans durch Mikroorganismen. Zeitschrift f. landw. Versuchswesen in Österreich. Bd. VIII, 1905. S. 789. Autoref. Zentralbl. f. Bakt. II. Abt., Bd. XV, S. 573.

Die Oxydation des Wasserstoffs durch Mikroorganismen. Zentralbl. f. Bakt. II. Abt., Bd. XVI, S. 681, 769, 1906. Juli- und Augustheft.

nach Zusatz von Resorcin-Natronlauge feststellen konnte. Leider steht mir die Lebbin'sche Originalarbeit nicht zur Verfügung, sondern nur das Referat in d. Zeitschr. für analyt. Chemie; es ist mir nicht bekannt, inwieweit die Reaktion eindeutig ist. Möglich ist ja die Bildung von Formaldehyd. Gewagt scheint es mir aber, eine solche Reaktion, deren Konzentration der Autor auf 1:500000 schätzt, als wichtigste Stütze für eine neue Kohlensäureassimilationstheorie zu benützen. Tatsächlich ist sie die wichtigste Stütze für diese Theorie, denn ohne sie ist die Möglichkeit, den Organismus mit geringen Mengen Formaldehyd zu verfüttern, für die Kohlensäureassimilation ohne Belang. Heterotroph wächst B. pantotrophus auf sehr verschiedenen organischen Nährlösungen.

B. oligocarbophilus dagegen oxydiert Wasserstoff auf mineralischer Nährlösung unter Bildung einer Haut auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Dem Autor ist die Reinkultur dieses wasserstoffoxydierenden Organismus nicht gelungen; doch hat er in der Kamhaut einen Bazillus gefunden, den er mit dem von Beijerinck und van Delden beschriebenen B. oligocarbophilus [1]) identifiziert. Wiewohl die Reinkultur seines B. oligocarbophilus Wasserstoff nicht zu oxydieren vermag, auch nicht in Gemeinschaft mit anderen Bakterien, so schreibt er dem Organismus doch die wesentlichste Rolle an der Wasserstoffoxydation zu, ohne hiefür Gründe anzuführen. Er kombiniert Eigenschaften des B. oligocarbophilus mit der Fähigkeit der Wasserstoffoxydierung trotz der negativ ausgefallenen Versuche und benützt dann diese Kombination als Stütze für seine Kohlensäureassimilationstheorie. Was aber seinen B. oligocarbophilus anbetrifft, so bringt leider der Autor keine ausführlichen Belege dafür, welche ihn bewogen haben, diesen B. mit dem B. oligocarbophilus Beijerinck für identisch zu halten; im wesentlichen beruft sich der Autor darauf, daß er bei Prof. Beijerinck den Bac. oligocarbophilus reingezüchtet hat; er glaubt ihn sofort wiedererkannt zu haben. Auch bei dem B. oligocarbophilus sucht der Autor das erste Produkt der Kohlensäureassimilation zu finden. Er sucht zwar nicht dieses intermediäre Produkt aufzufangen, glaubt aber festgestellt zu haben, daß der Organismus Kohlenoxyd veratmet. Es gelingt ihm bei Darbietung von $CO_2$, $CO$, $O_2$ auf anorganischer Nährlösung Wachstum hervorrufen. Gleichzeitig nahm das Volumen des Gases

[1]) Zentralbl. f. Bakt. II. Bd., X, S. 33.

der Kontrolle gegenüber ab. Leider fehlen hier nähere Angaben bezüglich eines so interessanten Versuches. Besonders finde ich keine Angaben über das Wachstum des Organismus ohne CO, was als Kontrolle dafür hätte dienen können, ob noch etwa eine andere Kohlenstoffverbindung der Luft vom Organismus ausgenützt wird. Leider fehlen noch zahlenmäßige Angaben bezüglich der Volumenabnahme des Gasgemisches, was um so notwendiger gewesen wäre, „als die Reaktion offenbar infolge der für den Mikroben schädlichen Kohlensäure, die sich bildet, bald zum Stillstande kommt". Weitere Versuche in dieser Richtung sind leider auch wenig ausführlich behandelt. Der Autor hat den Organismus auf Kieselsäureplatten unter Glasglocken, die mit CO, Luft, Kalilauge beschickt waren, gezüchtet. Auch hier fehlen Angaben über Kontrollproben ohne CO, zumal „die Launenhaftigkeit des Organismus mitunter sehr stört, da er ausu nbekannten Ursachen hier und da überhaupt nicht wächst". Wenn aber die Schlußfolgerung des Autors bezüglich der „Tatsache, daß B. oligocarbophilus Kohlenoxyd veratmet ist sicher festgestellt", als richtig angenommen wird, dann ist ein Zusammenhang mit der Oxydation des Wasserstoffs schwer konstruierbar, da ja B. oligocarbophilus Wasserstoff gar nicht oxydiert; wenigstens wird diese Schwierigkeit nicht erörtert, sondern es betrachtet der Autor „als einziges Bedenken" gegen die Auffassung, daß B. oligocarbophilus $H_2CO_3$ durch H zu CO reduziert, um dieses wieder mit freiem O zu oxydieren, nur den Umstand, daß die Reduktion der $CO_2$ mittels H zu CO ein endothermer Prozeß ist.

Als wichtige Eigenschaft, die in den theoretischen Erörterungen eine Rolle spielt, führt der Autor für seinen Bac. oligocarbophilus den Umstand an, daß er gegen organische Substanz äußerst empfindlich ist. Leider konnte ich aber in der Arbeit Versuche über den Einfluß organischer Substanz auf den isolierten B. oligocarbophilus nicht finden. Auch für B. oligocarbophilus Beijerinck finde ich keine derartigen Versuche, sondern nur die Angabe, daß 0·02°/₀ Natriumazetat das Wachstum weder schädigte noch förderte.

In allerletzter Zeit ist eine Arbeit von A. I. Nabokich und A. F. Lebedeff[1]) erschienen. Auf grund der Versuche Hermann Kaserers haben die Autoren in größeren Apparaten die Wasserstoffoxydation

[1]) Zentralbl. f. Bakt. II., XVII, 350, Novemberheft. Über die Oxydation des Wasserstoffs durch Bakterien.

durch Bakterien untersucht; den Verfassern erschienen nämlich die Resultate bei Verwendung kleiner Apparate, wie sie Kaserer benutzte, unbefriedigend, da „in der gewählten Versuchsmethode alle Bedingungen geschaffen waren, welche stärkere Verkleinerung des Gasvolumens und gänzliches Verschwinden des Wasserstoffes in geimpften Kölbchen ohne Beteiligung spezifischer Wssserstoffbakterien hervorrufen müßten". In der Tat stellen nun die Autoren die Tatsache fest, daß durch Impfung auf eine anorganische Nährlösung sich eine üppige Bakterienhaut entwickelt, welche erhebliche Mengen des Knallgases zum Verschwinden bringt. In einem Versuche waren in 18 Tagen $^3/_4$ der Atmosphäre verbraucht. Durch Gasanalysen wurde festgestellt, daß annähernd doppelt soviel H als O verbraucht wird; auch war $CO_2$ verschwunden. Im Gegensatz zu Kaserer wandten die Autoren Nitrat als Stickstoffquelle an, um nitrifizierende Bakterien auszuschließen. Die Nährlösung enthielt nach dem Versuche kleine Quantitäten freier Säure. Die Kahmhaut war aus gleichartigen dünnen Stäbchen von 1·5—2 $\mu$ Länge zusammengesetzt.

Wiewohl meine Versuche nicht zu dem erwünschten Resultate geführt haben, will ich dennoch eine Darstellung meiner bisherigen Beobachtungen geben, die ich durch weitere Versuche zu vervollständigen gedenke.

## Methodisches.

Zu Vorversuchen bediente ich mich hartwandiger Erlenmeyerkölbchen von 300 ccm Inhalt, die ähnlich wie die in der Fig. 1 skizzierten mit einem Zuleitungsrohr und einer in Quecksilber getauchten Röhre von Barometerlänge versehen wurden. Durch die Kölbchen wurde längere Zeit das Knallgasgemisch geleitet, welches in einem Gasometer hergestellt war. Der Wasserstoff wurde aus reinem Zink und reiner Schwefelsäure entwickelt, der Sauerstoff entweder der Bombe entnommen oder auch aus mit Braunstein vermischtem, chlorsaurem Kali entwickelt. Das Gas wurde durch Kalilauge und Permanganat gewaschen. In späteren Versuchen wandte ich nur Permanganat an und setzte dem Gasgemisch Kohlensäure bis zu 2% zu. Das Gemisch enthielt gewöhnlich Stickstoff, bisweilen bis zu 10%. Das Verhältnis von H:O war nur annähernd 2:1. Über dem Quecksilber in der Röhre stand stets etwas Wasser. An dem

Steigen der Quecksilbersäule wurde die Intensität des Prozesses beobachtet. Um die Dichtigkeit der Verschlüsse zu sichern und die Temperatur möglichst konstant zu erhalten, wurden die Kölbchen unter Wasser gehalten. Als ich bei den ersten Versuchen ein Herausdiffundieren des Wasserstoffs durch Gummi befürchtete, brachte ich das Material in den Bauch einer Retorte (ohne Tubus), welche in schräger Stellung mit dem Hals nach unten aufgestellt wurde. Das Gasgemisch wurde von unten her mittels einer Röhre zugeleitet, und nach mehrstündigem Durchleiten der Retortenhals in Quecksilber getaucht. Diese Versuchsanstellung eignet sich besonders zu Demonstrationszwecken. Für weitere Versuche habe ich mir jetzt bei Cavalliere Sazava (Böhmen) dickwandige Kölbchen (Fig. 1) von ca 600 ccm Inhalt anfertigen lassen, welche die Sterilisation ebenso wie das Auspumpen gut aushalten. Der Wattebausch unter dem Stopfen verhindert eine Infektion. Der Stopfen wird zur Dichtung mit Quecksilber übergossen. Das Zuleitungsrohr ist durch einen Hahn mit Quecksilberdichtung verschließbar. Derartige Kölbchen eignen sich sehr gut für bakteriologische Zwecke in solchen Fällen, wo ein Herausdiffundieren der Gase ausgeschlossen werden muß. Da die Kölbchen sich zur Messung der Intensität der Wasserstoffoxydation zwar sehr gut eignen, bei der Reinigung der Kulturen aber weniger handlich sind, so entschloß ich mich endlich für gewöhnliche Reagensglaskulturen, die in größerer Menge unter Glasglocken aufbewahrt werden. Es genügt dabei ein einfacher Wasserverschluß. Ich leite unter die Glocke nur reinen Wasserstoff ein (etwa 2—3 Std.), da Sauerstoff in genügender Menge zurückbleibt. Die Anwesenheit wasserstoffoxydierender Organismen kennzeichnet sich in den Kulturen durch Bildung charakteristischer Häutchen auf der Oberfläche der mineralischen Kulturflüssigkeit. Übrigens prüfe ich von Zeit zu Zeit ihre Fähigkeit, Wasserstoff zu oxydieren, in der oben beschriebenen Weise. Die ersten Versuche wurden bei einer Temperatur von 26—27° C. ausgeführt. Da ich mich aber später überzeugt habe, daß eine Erhöhung um einige Grad den Prozeß in hohem Grade beschleunigt, führe ich jetzt die Versuche bei 33° C. aus. Doch selbst eine Temperaturerhöhung auf 42° C. ist der Entwickelung des Organismus durchaus förderlich. Als Nährlösung habe ich anfangs Erdextrakte, später die von Kaserer empfohlene anorganische Lösung benützt:

| | |
|---|---|
| $NaHCO_3$ | 0·1% |
| $KH_2PO_4$ | 0·05% |
| $NH_4Cl$ | 0·1% |
| $MgSO_4$ | 0·02% |
| $FeCl_3$ | 0·00001. |

Durch diese Führung der Versuche habe ich den von Kaserer entdeckten Bacillus pantotrophus nicht bekommen. Meine Versuche erstrecken sich lediglich auf einen zweiten Organismus, dessen Isolierung, wie es scheint, wohl infolge komplizierter symbiotischer Wechselwirkungen mir noch nicht gelungen ist und der wahrscheinlich auch in den von Kaserer unter B. oligocarbophilus beschriebenen Kulturen vorliegt.

## Versuche mit Rohkulturen.

Als ich die ersten Versuche anstellte, um mir Material für die von Immendorf gemachte Beobachtung zu verschaffen, war ich nicht wenig erstaunt, daß jede Erdprobe früher oder später die Knallgasatmosphäre zum Verschwinden brachte. Im besten Fall begann die Quecksilbersäule am dritten Tage zu steigen, im allgemeinen aber nicht später als am achten Tage. Am besten wirkte Schlamm aus einem Teiche, doch auch Gartenerde (von der Oberfläche entnommen), Heideerde, Lauberde üben dieselbe Wirkung. Die Erdeproben waren bei den Versuchen mit Wasser überdeckt. Es scheint also wohl vor allem die niedrige Temperatur (Zimmertemperatur) das langsame Eintreten des Prozesses in Immendorfs Versuchen bewirkt zu haben. Die Quecksilbersäule stieg anfangs langsam, am 3. oder 4. Tage des Steigens schneller, bisweilen 1 cm pro 1 Std., allmählich nahm das Verschwinden des Gases ab, die Säule erreichte 50, bisweilen 60 cm, manchmal 66 cm Höhe. Daraus ergab sich, daß beide Bestandteile des Gasgemisches verschwinden, was auch gasanalytisch festgestellt werden konnte. Um die Natur dieser Vorgänge festzustellen, wurden in der Autoklave 10 Minuten lang, bei 2 Atm. sterilisierte Erdproben der Knallgasatmosphäre ausgesetzt; diese brachten zwar auch das Gas zum Verschwinden, der Prozeß erschien aber sehr verzögert und die Säule stieg regelmäßig um 2 cm pro Tag. Dagegen übten zwei bei drei Atmosphären, sterilisierte Erdproben, bei einem kürzlich in Dublany angestellten Versuch keinen Einfluß auf das Volumen der Knallgasatmosphäre aus.

Ein Zusatz von Chloroform verhinderte gänzlich den Prozeß. Dieser Versuch wurde in Retorten ausgeführt. Das Gasvolumen änderte sich nach 6 Wochen nicht. Dagegen blieb eine Beimengung von 5 g Na Fl ohne erhebliche Wirkung. In 23 Tagen war die Quecksilbersäule auf 37 cm gestiegen. Wiewohl der Einwand erhoben werden kann, daß das giftige Fl durch Kalzium oder einen anderen Erdbestandteil inaktiviert war, so muß man andererseits auch bemerken, daß sowohl Natriumfluorid wie Chloroform durchaus nicht sehr giftig wirken, es konnte sogar später festgestellt werden, daß wasserstoffoxydierende Kulturen ganz erhebliche Konzentrationen beider Körper vertragen. Jedenfalls bleibt die Frage offen, ob die Erde eine Knallgasatmosphäre physikalisch-chemisch zu kondensieren vermag. Für weitere Versuche verwandte ich wässeriges, aus Schlamm und Heideerde hergestelltes Erdeextrakt, welches eine namentlich an Kohlenstoffverbindungen sehr arme Nährlösung bildet. Es stellte sich heraus, daß das wasserstoffoxydierende Mittel sich überimpfen läßt; ich führte eine Reihe von Umimpfungen auf derartige Erdextrakte aus.

Wiewohl der Beginn des Prozesses nicht früher als am 5. Tage wahrgenommen werden konnte und die Quecksilbersäule nicht so energisch stieg wie bei Verwendung mit Wasser bedeckter Erde, so war doch dadurch festgestellt, daß wenigstens ein großer Anteil an der Oxydation des Wasserstoffs einem durch Impfung übertragbaren Organismus zukommt, da sterilisierter umgeimpftes Erdextrakt eine bei weitem schwächere Wirkung zeigte.

Folgende Tabelle zeigt den Stand der Quecksilbersäule in 3 gleichen, bei 1·5 Atm. sterilisierten Erdextraktproben, von denen Probe I mit einer schon mehrfach umgeimpften Kultur geimpft wurde, Probe II einen Zusatz von 2 g Na Fl erhielt, Probe III steril blieb.

Temperatur 26—27° C.; Inhalt der Kölbchen ca 300 ccm; alle drei Kölbchen waren am 5. Dezember 1904 angesetzt worden.

Siehe Tabelle Seite 920.

Während Versuche mit einigen bekannten Bakterien auf Peptonzuckerlösung zeigten, daß die Wasserstoffoxydation keine allgemeine Erscheinung der Organismen ist, waren weitere Versuche daraufhin gerichtet, den wasserstoffoxydierenden Organismus zu isolieren. Auf anorganischen Nährlösungen ging die Wasserstoffoxydation sehr langsam vor sich. Während allerdings sterilisierte Kon-

| I. geimpft | | II + 2 g Na Fl | | III. steril | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9. XII. | 2·5 cm | 17. XII. | 1·2 cm | 17. XII. | 1·5 cm |
| 10. XII. | 3·0 „ | 26. XII. | 2·0 „ | 20. XII. | 2·5 „ |
| 12. XII. | 6·0 „ | 10. I. 1905 | 2·0 „ | 26. XII. | 2·5 „ |
| 14. XII. | 11·0 „ | 28. I. | 3·0 „ | 10. I. 1905 | 5·0 „ |
| 17. XII. | 17·5 „ | | | 11. I. | 6·0 „ |
| 19. XII. | 21·0 „ | | | 21. I. | 9·0 „ |
| 21. XII. | 25·0 „ | | | 24. I. | 10·0 „ |
| 24. XII. | 30·5 „ | | | 28. I. | 11·0 „ |
| 26. XII. | 35·0 „ | | | | |
| 28. XII. | 41·0 „ | | | | |
| 31. XII. | 47·0 „ | | | | |
| 3. I. 1905 | 57·0 „ | | | | |
| 5. I. | 57·0 „ | | | | |
| 9. I. | 58·5 „ | | | | |

trollproben keine Volumenabnahme zeigten, stieg in 2 Fällen die Quecksilbersäule in einem Monat auf 20 cm. Der Prozeß war im Vergleich mit den Erdextraktproben sehr verlangsamt, so daß diese Nährlösung trotz mancher Modifikationen nicht weiter verwandt wurde. Auf allen diesen Kulturen, sowohl auf Erdextrakt wie auf anorganischer Lösung, wurde stets die Bildung einer zarten Kahmhaut beobachtet, welche sich unter dem Mikroskop als aus unbeweglichen Stäbchenbakterien bestehend erwies. Weitere Umimfungen wurden auf Erdextraktagar vorgenommen. An den Impfstrichen bildeten sich gewölbte bräunliche Bakterienkolonien. Diese Kulturen verursachten die Kondensierung der Knallgasatmosphäre ebenso gut wie die Kulturen des flüssigen Erdextraktes. Hier wurden Platten auf Erdextraktagar gegossen. Sie boten stets ungefähr das gleiche Bild mehrerer Kolonieenarten. Aus diesen wurden einzelne Kulturen hergestellt. Doch ist es mir nie gelungen, durch eine dieser Reinkulturen oder auch durch Kombinationen der häufigsten oder auch aller zusammen eine Oxydation des Wasserstoffs hervorzurufen.

### Die Natur der Wasserstoffoxydation.

Als weiterer Fortschritt in der Arbeit war die Beobachtung zu bezeichnen, daß die Kahmhaut sich nur in der Knallgasatmosphäre bildet, daß aber an der Luft ihre Bildung unterbleibt. Dieser Versuch wurde mehrfach mit dem gleichen Erfolge wiederholt und dadurch festgestellt, daß die Knallgasatmosphäre dem Organismus (oder den Organismen) der Kahmhaut die Betriebsenergie liefert. Es konnten also von nun an die Kulturen in Reagensgläsern unter Glasglocken ausgeführt werden; die Bildung einer Kahmhaut war das Anzeichen der Anwesenheit wasserstoffoxydierender Organismen, was übrigens von Zeit zu Zeit durch Umimpfung in oben beschriebene Kölbchen kontrolliert wurde. Zugleich konnten jetzt die Umimpfungen viel schneller erfolgen Bei der günstigen Temperatur von 30—35° C. war schon oft am 3. Tage die Bildung der charakteristischen Kahmhaut festzustellen. Trotzdem konnte durch Plattengießen und einfache oder kombinierte Impfungen ein wasserstoffoxydierender Organismus nicht isoliert werden.

Für weitere Versuche wandte ich die von Kaserer in der vorläufigen Mitteilung vorgeschlagene anorganische Nährlösung an. Gleich bei der ersten Umimpfung entwickelte sich die Kahmhaut sehr üppig und oxydierte energisch Wasserstoff. Da es mir aber auch mit dieser Nährlösung auf Agar oder Kieselsäureplatten nicht gelang, den Organismus zu isolieren, so versuchte ich ihn durch verschiedene Mittel zu reinigen. Ich wandte Na Fl an, welches in 0·2% Lösung die Entwickelung ein wenig verzögert, doch erst bei 0·4% sie ganz unterdrückt. Auch diente mir 0·05% $KNO_2$ zur Reinigung, welches dann als einzige N-quelle diente; es steht in seiner Wirkung nicht viel dem Ammoniumsalz nach Chloroform wirkt nur dann giftig, wenn man unmittelbar nach dem Durchschütteln der Flüssigkeit mit Chloroform die Impfung vornimmt. Wartet man kurze Zeit (1 Std.), dann entfernt sich der Chloroformgehalt, der abhängig ist einerseits von der Verdampfung, andererseits von der Lösung in der Flüssigkeit, vom Sättigungspunkt. Die Kahmhaut mit den H oxydierenden Bakterien entwickelt sich ungehindert selbst in einer Schicht von 1·5 cm über dem Chloroform [1]).

[1]) Der Organismus teilt diese Resistenz gegen Chloroform mit vielen anderen Mikroorganismen, über die ich bald zu referieren gedenke.

Schließlich versuchte ich mit einem mechanischen Mittel die wasserstoffoxydierenden Organismen von anderen zu trennen. Sterile Kapillaren von 10 cm Länge wurden an einem Ende abgeschmolzen, mit Knallgas gefüllt und in eine anorganische, frisch geimpfte Nährlösung mit dem offenen Ende nach unten getaucht. Die Kulturen wurden an der Luft stehen gelassen. An der Oberfläche der Flüssigkeit bildete sich keine Haut. Dagegen stieg in der Kapillare die Flüssigkeit und es konnte mit der Lupe an der Flüssigkeitsoberfläche ein Kahmhäutchen wahrgenommen werden. Das Röhrchen wurde herausgezogen, auch am anderen Ende vorsichtig abgeschmolzen, in Sublimat, dann in sterilisiertem Wasser gewaschen und schließlich in eine sterilisierte anorganische Nährlösung getaucht und zerbrochen. In kurzem bildete sich in der Knallgasatmosphäre die typische Kahmhaut. Auch wandte ich häufig eine Ammoniumazetat enthaltende Nährlösung mit oder ohne Knallgasatmosphäre zu Umimpfungen an. Die Verdünnungsmethode erwies sich als nicht anwendbar, da mit steigender Verdünnung das Auftreten der Kahmhaut sich sehr verlangsamte; meistens blieb bei vierfacher Verdünnung das Wachstum überhaupt aus. Trotz dieser Bemühungen ist es mir nicht gelungen, den Organismus zu isolieren. Auf Agarplatten mit anorganischer Nährlösung oder Ammoniumazetat oder Pepton-Zucker treten ziemlich konstant zwei Arten von Kolonieen in geringer Zahl auf: gelbe, linsenförmige, gewöhnlich unter der Oberfläche, und größere, lichtschwächere Kolonieen auf der Oberfläche. Weder eine von diesen beiden allein noch beide zusammen vermögen Wasserstoff zu oxydieren. Auch Versuche mit anderen, nicht so regelmäßig auftretenden Kolonieen führten nicht zum Ziele.

### Morphologisches.

Das makroskopische Aussehen der Kahmhaut ist sehr charakteristisch. Sie ist weiß, schleimig, fest zusammenhängend. Bei größeren Kulturen reißt bei einer Bewegung des Kolbens die Kahmhaut in Fetzen, die dann auf den Boden sinken. Das mikroskopische Bild bietet wenig Anhaltspunkte für die Frage der Isolierung. Die Haut setzt sich aus unbeweglichen Stäbchen zusammen; andere Beimischungen konnte ich nicht wahrnehmen. In jüngeren Stadien beträgt die Länge der Stäbchen 1·5 $\mu$, die Dicke 0·2 $\mu$; in älteren Stadien sind sie etwas kürzer ca 1·2 $\mu$, meistens hängen je 2 Stäb-

chen zusammen; in vielen Individuen beobachtete ich in älteren Kulturen an den beiden Enden des Stäbchens körnige Gebilde.

### Physiologisches.

Die Schwierigkeit der Isolierung des fraglichen Organismus könnte entweder darauf beruhen, daß die auf den Platten zur Entwickelung gelangenden Kolonieen die Fähigkeit der Wasserstoffoxydation verlieren oder aber, daß der an der Wasserstoffoxydation beteiligte Organismus (oder die Organismen) durch die mechanische Trennung des Plattengießens seine Existenzbedingungen überhaupt einbüßt. Beides würde eine symbiotische Wechselwirkung voraussetzen. Andere Möglichkeiten (Temperatur, Natur des Nährbodens, etc.) sind wohl ausgeschlossen. Von beiden Annahmen erscheint mir — nach der Zahl der zur Entwickelung kommenden Kolonieen zu schließen — die zweite wahrscheinlicher. Ein Stückchen der Kahmhaut wird in etwa 15 ccm sterilisierter anorganischer Nährlösung heftig geschüttelt. Bei dieser Manipulation zerreißt häufig das Häutchen, (übrigens findet man bei Darstellung mikroskopischer Präparate zahlreiche Individuen von der Kahmhaut losgelöst). Zwei Platinösen werden in die übliche, nicht weit vom Erstarrungspunkt befindliche $1\frac{1}{2}\%$ Agarlösung gebracht und daraus die Platte gegossen. Während eine derartige Platinöse in einem flüssigen Medium stets die Bildung einer Kahmhaut bewirkte, kann die Platte häufig ganz steril bleiben; im allgemeinen gelangen wenige (etwa 5), jedoch im ganzen nicht mehr als 20 Kolonieen zur Entwickelung. Auch wenn ich einige Tropfen von dieser Bakterien enthaltenden Flüssigkeit auf eine mit anorganischer Nährlösung getränkte Kieselsäureplatte brachte, entwickelten sich sehr wenige oder gar keine Kolonieen; dagegen fand auf einem Impfstrich einer ganzen Platinöse gute Entwickelung statt. Abimpfungen von einer solchen Strichkolonie auf flüssigem Nährmedium hatten guten Erfolg.

Alle physiologischen Beobachtungen gelten also für einen in seinen Teilen leider nicht näher erforschten Komplex von Organismen der Kahmhaut. Wiewohl die Erforschung der symbiotischen Verhältnisse am interessantesten erscheint, so hat nichtsdestoweniger die Kenntnis der Funktion der ganzen Kahmhaut Bedeutung für die Physiologie.

Ein etwaiger Einwand, daß sich im Laufe der Arbeit die Zu-

sammensetzung der Kahmhaut ändern könnte und infolgedessen die verschiedenen Resultate nicht für ein und dasselbe Ganze gelten, ist insofern auszuschließen, als die wichtigeren Resultate von Zeit zu Zeit von neuem geprüft wurden.

Daß an dem Prozesse sowohl Sauerstoff wie Wasserstoff beteiligt ist, beweist klar das Steigen der Quecksilbersäule bei gereinigten Kulturen in wenigen Tagen bis 60 cm, bisweilen bis 66 cm. Da nun die Zusammensetzung ziemlich genau 1:2 beträgt außer der 1%-igen Beimengung von $CO_2$, so ist auch ohne Vornahme von Gasanalysen klar, daß beide Gase verschwunden sein müssen. Übrigens habe ich einigemale Gasanalysen mit einem Orsatapparat ausgeführt. Jedoch will ich spätere Versuche mit genaueren Apparaten ausführen. Das Resultat einer der bisher ausgeführten wenigen Analysen will ich anführen. Jedoch wird kein Anspruch auf große Genauigkeit erhoben, da besonders die Ablesung nach der Explosion wegen der Verbreiterung der Burette am oberen Teil sehr ungenau war; dadurch erklärt sich auch wohl die Differenz im N-volumen. Die Gasvolumina sind reduziert auf 760 mm, 0°, trockenes Gas.

518·8 ccm wurden in 9 Tagen reduziert auf 118·6 cm.

| Vor dem Versuch | | | Nach dem Versuch | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 1·99% | = 10·3 ccm | $CO_2$ | 0·74% | = 0·9 ccm |
| O | 28·11% | = 145·8 „ | O | 20·64% | = 24·5 „ |
| H | 57·62% | = 298·9 „ | H | 36·54% | = 43·3 „ |
| N | 12·28% | = 63·7 „ | N | 42·08% | = 49·9 „ |

Die Gasabsorption durch die Kulturflüssigkeit blieb unberücksichtigt.

Die Oxydation des Wasserstoffs liefert den in der Kahmhaut enthaltenen Organismen die notwendige Betriebsenergie, eine Tatsache, die ich durch zahlreiche Versuche festgestellt habe. Die Bildung der Kahmhaut steht im kausalen Zusammenhang mit der Oxydation des Wasserstoffs. Die Entwickelung in der anorganischen Nährlösung unterbleibt an der Luft vollständig. Derartige geimpfte Lösungen können wochenlang bei 30—36° stehen, ohne irgendein Bakterienhäutchen zu bilden. Die Entwickelung einer üppigen Haut geht aber in wenigen Tagen vor sich, sobald man diese Kulturen einer Knallgasatmosphäre aussetzt. Nur ein beim Plattengießen häufig auftretendes kleines Stäbchenbakterium entwickelt, von einer Rein-

kultur auf Agar abgeimpft, ein ganz schwaches, kaum sichtbares Häutchen, welches aber selbst nach monatelangem Stehen in der Knallgasatmosphäre sich nicht weiter entwickelt. Dieses schwache Wachstum scheint auf Kosten der bei der Impfung von der Agarkultur herübergebrachten Kohlenstoffverbindungen vor sich zu gehen.

Das Ausbleiben der Kahmhaut an der Luft ist so charakteristisch, daß darin ein wesentlicher Unterschied zwischen meinen Kulturen und denen Kaserers zu bestehen scheint. Wiewohl dieser Autor leider nur angibt, „daß dieses merkwürdige Lebewesen (d. h. die unter dem Mikroskop sichtbaren unbeweglichen Bakterien der Kahmhaut) besonders nur an der Laboratoriumsluft zu wachsen scheint, weniger gut an freier reiner Luft", so muß ich annehmen, daß seine Kulturen ein solches Wachstum zeigen, wie es Beijerinck für B. oligocarbophilus angibt. Wenn aber in meinen Kulturen der gleiche wasserstoffoxydierende Organismus vorliegt wie in den Kulturen Kaserers, was nach dem morphologischen Aussehen und der Art der Methodik zu schließen ist, so ist wohl der Bac. oligocarbophilus in den Kulturen Kaserers als Verunreinigung enthalten, von der meine Kultur frei ist.

Diese durch Wasserstoffoxydation bedingte Kahmhaut besteht aus Kohlenstoffverbindungen. Der Kohlenstoff wird durch freie Kohlensäure geliefert. Die in der Nährlösung enthaltenen Karbonate können die freie Kohlensäure nicht ersetzen, sie sind überhaupt überflüssig, denn der Organismus entwickelt sich gut ohne sie auch auf saurer (von $KH_2 PO_4$ herrührender) Nährlösung.

Um die Notwendigkeit der Anwesenheit freier Kohlensäure festzustellen, wurden drei Godlewski-Kolben mit gleicher anorganischer Nährlösung, welche 0·1% Natriumkarbonat enthielt, angesetzt. Das Volumen der in den Kolben zur Verfügung stehenden Knallgasatmosphäre betrug 800 ccm. In jeden Kolben wurde ein Stückchen frisch entwickelter Kahmhaut gebracht.

I. Kolben enthielt 20 ccm $CO_2$.

II. „ „ keine Kohlensäure. Das Gas wurde durch KOH gewaschen.

III. In dem Kolben war ein Röhrchen mit KOH eingehängt.

Temp. 32—33° C.

Die Kulturen wurden zwischen 2—4 Uhr nachmittags am 13. Juli 1906 angesetzt.

## I. Kolben.

| | | | Stand der Quecksilbersäule | Volumenabnahme pro 1 Stunde. Gas red. auf 760 mm, 0° |
|---|---|---|---|---|
| 14. VII. 1906. | 11 | abends | 0 cm | |
| 15. VII. | 9·45 | morgens | 7·0 „ | 7·3 ccm |
| | 2·45 | nachm. | 12·2 „ | 9·5 „ |
| | 8·45 | abends | 19·6 „ | 11·6 „ |
| 16. VII. | 7·20 | morgens | 38·3 „ | 15·3 „ |
| | 9·20 | morgens | 42·4 „ | 19·6 „ |

Der Kolben wurde von neuem unter Zusatz von 10 ccm $CO_2$ mit Knallgas gefüllt

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 16. VII. | 3·20 | nachm. | 1·1 cm | |
| | 10·15 | nachts | 7·2 „ | 8·2 ccm |
| 17. VII. | 10·15 | vormitt. | 15·8 „ | 6·8 „ |
| | 9·15 | abends | 20·4 „ | 3·8 „ |
| 18. VII. | 8 | morgens | 24·8 „ | 3·7 „ |
| | 7·30 | abends | 28·4 „ | 3·1 „ |
| 19. VII. | 9·30 | morgens | 32·2 „ | 2·6 „ |
| | 5·30 | abends | 34·8 „ | 3·0 „ |

In diesem Kölbchen war auf der ganzen Oberfläche die Kahmhaut üppig entwickelt.

## II. Kolben.

| | | | Stand der Quecksilbersäule |
|---|---|---|---|
| 20. VII. 1906 | 8·30 | morgens | 1·4 cm |
| | 9 | abends | 5·7 „ |
| 21. VII. | 8·45 | morgens | 10·4 „ |
| | 5·40 | abends | 13·2 „ |

In diesem Kölbchen war das Häutchen sehr schwach entwickelt.

## III. Kolben.

Die Quecksilbersäule war am 24. VII. gar nicht gestiegen; es war keine Kahmhaut auf der Oberfläche zu sehen.

Aus dieser Versuchsreihe geht klar hervor, daß zur Bildung der Kahmhaut freie Kohlensäure notwendig ist. Die Kohlensäure wird reduziert und zum Aufbau der Kahmhaut verwandt. Zum Nachweis des Kohlenstoffs in der Kahmhaut wurden Kölbchen mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure gereinigt, einige Stunden mit strömendem Wasserdampf gewaschen, mit Nährlösung gefüllt, sterilisiert, geimpft und mit Glaswolle verschlossen. Sie wurden unter Glasglocken gestellt, die zum Teil mit Wasserstoff und ein wenig Kohlensäure gefüllt wurden. In 6 Tagen entwickelte sich eine sehr üppige Kahmhaut; die Oberfläche der Kulturflüssigkeit betrug ca 110 cm². Die schleimige Kahmhaut wurde durch Glaswolle abfiltriert und mit 5% Schwefelsäure ausgekocht. Darauf wurde unter entsprechenden üblichen Kautelen Chromsäure zugesetzt und das Häutchen verbrannt. Die sich entwickelnde $CO_2$ wurde im Kaliapparat gewogen; dasselbe wurde mit dem Filtrat ausgeführt.

I. Kölbchen.

| | |
|---|---|
| Das Häutchen ergab | 0·0172 g $CO_2$ |
| Das klare Filtrat ergab | 0·0045 g $CO_2$ |
| | S = 0·0217 g $CO_2$ |

II. Kölbchen.

| | |
|---|---|
| Das Häutchen ergab | 0·0132 g $CO_2$ |
| Das klare Filtrat ergab | 0·0065 g $CO_2$ |
| | S = 0·0197 g $CO_2$ |

Wir sehen also, daß durch den Organismus deutlich nachweisbare Mengen Kohlensäure assimiliert werden. Jedoch sind die Mengen gering; für eine Kultur im Reagensglase mit 2 cm² genügt darnach 0·1 mg C. zur Bildung einer üppigen Haut.

Über die Art und Weise der Reduzierung der Kohlensäure Gleichungen aufzustellen, ist wohl vor der Hand schwer möglich. Die Zahl der verschiedenen Möglichkeiten ist nicht etwa, so wie es Kaserer will, auf drei beschränkt, sie ist vielmehr unübersehbar groß wie die Zahl der Kohlenstoffverbindungen. Diese Frage ist für die allgemeine Physiologie insofern von Interesse, als es in dem Falle möglich ist, wie bei den autotrophen Organismen überhaupt, das Verhältnis zwischen der Betriebstätigkeit und der synthetischen

Leistung infolge der chemischen Verschiedenheit der daran beteiligten Stoffe näher zu präzisieren. Insbesondere fragt es sich, inwieweit die Wasserstoffoxydation von der Kohlensäureassimilation abhängt? Geht die Wasserstoffoxydation in ähnlicher Weise vor sich wie die Oxydation der Kohlenstoffverbindungen bei den heterotrophen Organismen so unabhängig von der synthetischen Arbeit, daß nur ein verhältnismäßig geringer Teil der Atmungsenergie im Dienste des Organismus verbraucht wird, oder aber steht die Aktivierung des Wasserstoffs in engster Verbindung mit der Kohlensäurereduktion, derart etwa, daß die Kohlensäure durch den Wasserstoff reduziert wird und daß gebildete Produkt erst der Oxydation des freien Sauerstoff anheimfällt?

Wiewohl ich Versuche zur Lösung dieser Frage anzustellen gedenke, will ich zwei meiner Meinung nach darauf bezügliche Beobachtungen hervorheben.

Es ist mir aufgefallen, daß nach intensiver Wasserstoffveratmung, wenn sich eine üppige Kahmhaut gebildet hat, die Intensität der Wasserstoffveratmung sehr bald stark abnimmt, wie dies aus der Tabelle auf Seite 926 hervorgeht (vgl. die Zahlen, welche die Gasabnahme pro Stunde in ccm angeben).

Wiewohl ein gegenteiliges Verhalten für die erste Möglichkeit (d. i. die Wasserstoffoxydation als von der Reduktion der Kohlensäure unabhängiger Prozeß) sprechen würde, ist das tatsächliche Verhalten der Kahmhaut gegenüber der Wasserstoffoxydation nicht ohne weiteres als Beweismittel für die zweite Möglichkeit anzusehen. Die Tatsache kann in anderer Weise gedeutet werden, insbesondere durch die Annahme schädigender Stoffwechselprodukte, Antikatalysatoren, etc.

Ferner steht in Zusammenhang mit dieser Frage die Fähigkeit des Organismus, Kohlenstoffverbindungen zu veratmen In Anbetracht dessen wäre es nicht undenkbar, daß die Oxydation von Kohlenstoffverbindungen ein für das Leben des Organismus notwendiger Vorgang ist, der auch dann stattfindet, wenn der Organismus auf mineralischer Nährlösung lebt. Er müßte sich dann die notwendige Kohlenstoffnahrung selber beschaffen, und dies geschähe durch Reduktion von $CO_2$ mittels H; der Organismus würde dann auf diesem Wege mittelbar die Energie des freien Wasserstoffs benutzen. Notwendigerweise müßte dann zwischen dem Verbrauch von $CO_2$, H, O ein inniger Zusammenhang bestehen.

Durch zahlreiche Versuche habe ich nämlich festgestellt, daß der fragliche Organismus sehr gut auf einer Azetat enthaltenden Nährlösung (entweder Natrium- oder Ammoniumazetat) fortkommt. Dann bildet er auch an der Luft das charakteristische Häutchen. Ein Eingehen des Organismus ist bei wiederholten Umimpfungen nicht zu befurchten. Auf anorganische Nährlösung umgeimpft, entwickelt er sich gut in der Knallgasatmosphäre und oxydiert diese. Ich hoffe durch die Kultur auf einer Kohlenstoffverbindung das eventuell bestehende symbiotische Verhältnis zu lösen, doch auch Agarazetatplatten boten nichts neues. Ebenso üppig entwickelt sich die Kahmhaut auf Butyrat, weniger gut auf Tartraten, noch weniger auf Formiaten, Oxalaten und Zitraten. Umimpfungen auf (1—3%) Pepton-Zucker-Nährlösung waren schwieriger. In zwei Fällen habe ich 3 Generationen auf dieser Nährlösung gezüchtet und gesehen, daß sich bei der 4. Überimpfung auf eine anorganische Nährlösung die charakteristische wasserstoffoxydierende Kahmhaut entwickelte. In anderen Fällen mißlang mir der Versuch, es fanden wohl Überwucherungen statt. Jedenfalls geht daraus hervor (besonders aus den Azetatkulturen), daß der Organismus keine Empfindlichkeit gegen organische Verbindungen zeigt. Darin unterscheiden sich meine Kulturen wesentlich von dem B. oligocarbophilus Kaserers.

Wenn ich also eine Erklärung für das merkwürdige Verhalten des Organismus suchen soll, der bald Wasserstoff, bald Kohlenstoff zu oxydieren vermag, so glaube ich sie darin zu finden, daß er normal wie alle heterotrophen Organismen Kohlenstoffverbindungen oxydiert; damit ist auch sein natürliches Vorkommen (auf der Oberfläche des Gartenbodens) und seine Häufigkeit hinreichend erklärt. Unter gewissen Bedingungen aber kann er sich die für die Oxydation notwendigen Stoffe durch Reduktion der Kohlensäure mittels Wasserstoff selbst bereiten; darin bestünde der Unterschied zwischen ihm und den übrigen heterotrophen Organismen.

Ob übrigens dieses Reduktionsvermögen mittels des Wasserstoffes von ganz spezifischer Art ist, d. h. nur freier Kohlensäure gegenüber ausgeübt werden kann, erscheint fraglich. Es stellte sich nämlich heraus, daß er auch auf Azetat enthaltender Nährlösung die Oxydation des Wasserstoffs ausführt. In diesem Falle kann er vollständig der freien Kohlensäure entbehren; ein Röhrchen mit Kalilauge, in die Atmosphäre hineingehängt, ist ohne Einfluß auf die Oxydation des Wasserstoffs. Nicht ausgeschlossen

ist es allerdings, daß das Azetat oxydiert und die gebildete $CO_2$ sofort verarbeitet wird. Möglich wäre aber auch die Reduktion des Azetats durch Wasserstoff. Daß übrigens ein starkes Reduktionsvermögen die Kulturen auszeichnet, beweist die Tatsache, daß Indigokarmin unter dem Einflusse der sich in der Knallgasatmosphäre in mineralischer Nährlösung entwickelnden Kahmhaut sich leicht entfärbt. Beim Zerreißen der Haut und Schütteln mit Luft kehrt die Färbung wieder.

Mit Rücksicht auf Kaserers Erörterungen habe ich verschiedene Versuche mit Kohlenoxyd angesetzt. Allein es unterblieb in einer CO-Luftatmosphäre jegliches Wachstum, noch ließ sich ein merkliches Verschwinden von Kohlenoxyd bei Wasserstoffoxydation feststellen; ein Zusatz von 2⁰/₀ CO übte keine hemmende Wirkung aus. Versuche mit Methan zeigten, daß dieses Gas von den wasserstoffoxydierenden Bakterien nicht aktiviert wird.

Bezüglich des Stickstoffes stellte sich heraus, daß das Nitrit als N-quelle dienen kann, jedoch weniger gut als $NH_3$; Nitrat wirkte noch etwas schlechter. Einige Versuche, welche die Frage entscheiden sollten, ob bei der Oxydation des Wasserstoffs freier Stickstoff aktiviert wird, fielen negativ aus.

Bezüglich des Stickstoffes finden wir in der vorläufigen Mitteilung Kaserers einige Bemerkungen über das Verhältnis zwischen Wasserstoff- und Methanoxydation zur Nitrifikation, worüber ich oben berichtete. In der Hauptarbeit finden wir leider keine weiteren Versuche bezüglich dieses Punktes. Die Kulturen auf Ammoniaksalzen, die ich in der Hand habe, zeigen weder die Jod- noch die Diphenylreaktion: und zwar weder unmittelbar, nachdem sie aus der Knallgasatmosphäre herausgenommen wurden, noch nach längerem Verbleiben an der Luft.

## Zusammenfassung.

1. Es wurde die von Saussure und später von Immendorf gemachte Beobachtung, daß Erde ein Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoff zu kondensieren vermag, geprüft. Es konnte in der Tat festgestellt werden, daß diese Fähigkeit sehr verbreitet ist; denn unter den untersuchten Erdproben von Leipzig und Dublany (Teichschlamm, Schleusenschlamm, Gartenerde, Heideerde, Lauberde, Rasenboden) wurde keine gefunden, welcher diese Eigenschaft nicht zukäme.

2. Aus der Erde wurde ein Organismus gezüchtet, welcher auf mineralischer Nährlösung (Ammoniumchlorid, Kaliumphosphat, Magnesiumsulfat und Eisenchlorid) eine üppige Kahmhaut bildet und intensiv Wasserstoff oxydiert: im besten Falle wurde 0·13 ccm Knallgas pro 1 Std. pro 1 $cm^2$ Kahmhaut kondensiert. Nach intensiver Entwickelung der Kahmhaut nimmt das Kondensationsvermögen für Knallgas bald ab.

3. Die Bildung der Kahmhaut auf mineralischer Nährlösung steht mit der Wasserstoffkondensation in kausalem Zusammenhang; denn bei sonst gleichen Bedingungen entwickelt sich die Kahmhaut an der Luft nicht; sie enthält nicht den B. oligocarbophilus. Die Oxydation des Wasserstoffs liefert also zur Bildung der Kahmhaut die notwendige Betriebsenergie.

4. Die Kahmhaut besteht aus Kohlenstoffverbindungen, welche durch Reduktion von freier Kohlensäure gebildet werden. Freie Kohlensäure kann durch das Karbonat nicht ersetzt werden.

5. Auf Kohlenstoffverbindungen (Azetaten) gedeiht der Organismus der Kahmhaut auch ohne Wasserstoff; diese Fähigkeit erklärt wohl auch sein häufiges Vorkommen.

6. Bei Darbietung von Azetat und Knallgas wird Wasserstoff auch ohne freie Kohlensäure oxydiert.

7. Wiewohl die Kahmhaut morphologisch als ein aus sehr kleinen Stäbchenbakterien einheitlich zusammengesetztes Ganze erscheint, was durch häufiges Umimpfen und durch Anwendung verschiedener Mittel (Natriumchlorid, Chloroform, Kaliumnitrit) erzielt wurde, konnte sie doch nicht durch Plattengießen gereinigt werden; denn das Ausgießen der Platten nach üblicher Verdünnung bewirkte ein Sterilbleiben der Platten oder das Auftreten einer geringen Anzahl von Kolonieen, welche weder allein noch zusammen Wasserstoff zu oxydieren vermochten. Die Erklärung dieser Erscheinung soll den Gegenstand weiterer Versuche bilden.

Herrn Geheimrat Prof. W. Pfeffer, Dr. A. Nathansohn und Prof. M. Raciborski spreche ich für die vielfachen, bei der Arbeit mir erteilten Ratschläge meinen wärmsten Dank aus. Gleichfalls bin ich Herrn Prof. J. Mikułowski-Pomorski für die außerordentliche Bereitwilligkeit, mit der er mir die reichen Mittel der landwirtschaft-

lich-chemischen Versuchsstation zur Verfügung stellte, zu Danke verpflichtet.

Dublany, den 25. November 1906.

## Tafelerklärung.

Fig. 1. Ein Apparat für Kulturen Wasserstoff oxydierender Organismen. Die Benutzung des Apparates ist aus der Figur ersichtlich.

Fig. 2. Eine 8-tägige Kultur, gewachsen auf mineralischer Nährlösung in einer ein wenig freie Kohlensäure enthaltenden Knallgasatmosphäre. An der Oberfläche der Flüssigkeit hat sich eine üppige Kahmhaut gebildet.

Fig. 3. Der Rand der Kahmhaut sowie einzelne losgerissene Individuen einer fünftägigen Kultur, etwa 1000-fach vergrößert. Das mit Karbolfuchsin stark gefärbte Präparat wurde mit Hilfe der Zeiss'schen Oelimmersion $^1/_{12}$ photographiert. Für die Ausführung der Photographie spreche ich Herrn Prof. Dr. Miczyński meinen besten Dank aus.

---

56. Sprawozdanie Komisyi fizyograficznej, tom 39. (***Comptes rendus de la Commission physiographique, vol. 39: XXVI, 73, 196 et 27 pag. avec 7 planches hors texte***).

*I. Comptes rendus:* 1) Compte rendu des travaux de la Commission physiographique pendant l'année 1904/5 (p. V—XVIII), 2) Liste des membres de la Commission physiographique (p. XVIII—XXIII), 3) Compte rendu du trésorier pour l'année 1904 (p. XXIV—XXV), 4) Nécrologie: Władysław Satke (p. XXVI).

*II. Matériaux pour la physiographie de la Galicie, recueillis par la Section de Météorologie pendant l'année 1904* (p. 3—73).

Wypadki spostrzeżeń meteorologicznych w Galicyi w 1904 roku, zestawione w c. k. Obserwatoryum krakowskiem. (***Résultats des observations météorologiques faites en Galicie pendant l'année 1904, rassemblés à l'Observatoire Impérial et Royal de Cracovie: p. 3—50***). (*Meteorologische Beobachtungen in Galizien im J. 1904, zusammengestellt auf der K. k. Krakauer Sternwarte. S. 3—50*).

Monat- und Jahresmittel. Maxima und Minima des Luftdruckes und der Lufttemperatur, mittlere Bewölkung für die einzelnen Monate und das Jahr, Monat- und Jahressummen sowie Maxima des Niederschlages, Anzahl der Tage mit Niederschlag, mit Schnee,

Gewitter, Hagel, Nebel, starkem Wind, Monat- und Jahressummen der Windrichtungen für 10 Stationen: S. 4—23; die betreffenden Werte für Lufttemperatur, Bewölkung und die Niederschläge für 20 Stationen: S. 24—43; Windrichtungen für 12 Stationen: S. 44—49; Dampfspannung und relative Luftfeuchtigkeit für 3 Stationen: S. 50.

**Grady w roku 1903.** (***Grêles en 1903: p. 51—58***). (*Hagelschläge im J. 1903. S. 51—58*).

Die Anzahl der Tage mit beobachteten Hagelschlägen betrug im Mai 14 (vom 9. V. angefangen), im Juni 22, im Juli 20, im August 12; die größten Hagelschläge fanden am 16. VI, 23. VI, 20. VII, 21. VII, 16. VIII. statt. Heimgesucht wurden 574 Gemeinden, darunter 101 je zwei-, 38 je drei-, 7 je vier-, 3 je fünf- und 1 siebenmal.

**Grady w roku 1904.** (***Grêles en 1904: p. 59—61***). (*Hagelschläge im J. 1904. S. 59—61*).

Vom 4 Mai angefangen fanden Hagelschläge im Mai an 7, im Juni an 11, im Juli an 11, im August an 9 Tagen statt, darunter größere am: 29. V, 4. VI, 21. VI, 4. VII, 26. VII, 28. VII. und und 23. VIII. Anzahl der heimgesuchten Gemeinden: 196 (darunter 21 mit je zwei- und 6 mit je dreimaligem Hagelschlag).

M. RUDZKI. **Deklinacya w Krakowie w 1904 r.** (***Déclinaison à Cracovie en 1904: p. 62***). (*Magnetische Deklination in Krakau im J. 1904. S. 62*).

M. RUDZKI. **Inklinacya w Krakowie w 1904 r.** (***Inclinaison à Cracovie en 1904: p. 63***). (*Inklination in Krakau im J. 1904. S. 63*).

M. RUDZKI. **Meteor.** (***Météore, observé à Jasienica Zamkowa le 9 Septembre 1904: p. 63***). (*Meteor. S. 63*).

Am 9. September 1904 wurde in Jasienica Zamkowa ($\lambda = 23^0$ E. v. Greenw. $\varphi = 49^0\ 16'$) um $11^h$ p. m. ein Meteor mit heftiger Detonation beobachtet.

J. HAWRYSIEWICZ. **Spostrzeżenia pojawów w świecie roślinnym i zwierzęcym wykonane w roku 1904 w Ożydowie.** (***Observations phénologiques faites à Ożydów en 1904: p. 64—73***). (*Phänologische Beobachtungen in Ożydów im J. 1904. S. 64—73*).

*III. Matériaux pour la physiographie de la Galicie, recueillis par les Sections: zoologique, botanique et géologique (p. 3—196).*

A. M. ŁOMNICKI. **Fauna Lwowa i okolicy. I. Chrząszcze, część 4.** (***Faune de Léopol et de ses environs. I. Coléoptères, 4-ème partie: p. 3—22***). (*Fauna Lembergs und der Umgebung. I. Coleoptera, 4. Teil. S. 3—22*).

Fortsetzung und Schluß des Verzeichnisses, dessen vorhergehende Teile in den Berichten der physiographischen Kommission, Bd. 25, 37 und 38 erschienen sind. Aus den Familien: *Chrysomelidae* und *Coccinellidae* werden 270 in und um Lemberg gesammelte Käferarten aufgeführt.

J. DZIĘDZIELEWICZ. **Przegląd rodziny Złotooków** *(Hemerobiinae)* **odszukanych w Galicyi i Śląsku po koniec r. 1904.** (***Revue des Hémérobiidés, trouvés en Galicie et en Silésie jusqu'à la fin de 1904: p. 23—31***). (*Übersicht der bis Ende 1904 in Galizien und in Schlesien gefundenen Hemerobiinen S. 23—31*).

Auf grund fremder und eigener Beobachtungen werden folgende Hemerobiinen aus Galizien aufgeführt: *Drepanopteryx phalaenoides* L., *Micromus variegatus* Fab., *paganus* L. und *aphidivorus* Schrk., *Megalomus hirtus* L., *Hemerobius elegans* St., *inconspivuus* M'L., *nitidulus* Fab., *micans* Oliv. und *var. fuscinervis* Schneid., *chomiacensis* Dziędz., *limbatellus* Zett., *pini* Steph., *atrifrons* M'L., *strigosus* Zett., *humuli* L. und *var. orotypus* Rost., *marginatus* Steph. und *var. nov. janoviensis* [1]), *nervosus* Fab., *concinnus* Steph., *quadrifasciatus* Reuter. Die aus Schlesien bekannte *Drepanopteryx albida* Erichs. wurde in Galizien bisher nicht beobachtet.

H. ZAPAŁOWICZ. **Niektóre nowe, krytyczne i rzadkie gatunki (odmiany) flory pokucko-marmaroskiej.** (***Quelques nouvelles espèces (resp. variétés) rares de la flore des Carpathes marmaros-pocutiens: p. 32—38***). (*Einige neue, kritische und seltene Arten, resp. Varietäten, der pokutisch-marmaroscher Flora. S. 32—38*).

Im Sommer 1905 unternahm der Verf. einen mehrwöchentlichen Ausflug in die pokutisch-marmaroscher Karpaten, deren Flora er

[1]) Corpus pallide flavum. Latera totius thoracis fusca. Pedes albidi, gramineo-viridi strigosi. Nervi longitudinales alarum gramineo-virides. Nervi transversales fusci. Sector alarum anticarum quatuor sectoribus instructus. — Janów in Galicia orientali.

vor Jahren in pflanzengeographischer Beziehung erforscht und im 24. Bande der Berichte der physiographischen Kommission beschrieben hatte. Er fand mehrere neue Varietäten, von denen besonders die *Poa nemoralis* L. var. *pocutica* zu zitieren wäre, und außerdem die neue Species *Poa Janczewskii*, die gewisse Beziehungen zu *Poa caesia* Smith und andererseits zu *Poa polonica* Błocki zeigt. Wir lassen hier die Beschreibungen des Verf. folgen:

*Poa nemoralis L. var. pocutica.* Viridis vel subglaucescens, 20—35 cm alta, caespitosa, breviter stolonifera, caespes compactus; culmi stricti, superne nudi, nodi culmei denudati; folia angusta, longe acuminata, vaginis longiora; vaginae inferiores plerumque violaceo subtinctae; panicula contracta ad 9 cm longa; spiculae variegatae, plerumque biflorae cum rudimento tertii floris, ad 4 mm longae; axis florum tenuiter pilosus; palea inferior acutiuscula, dorso margineque sericeo pilosa etc. ut in for. genuina, sed ligula ad 2 mm longa, acutiuscula vel obtusa, denticulato laciniata.

In fissuris siccioribus rupium conglomerato-arenacearum montis Komanowe ad fontes Czeremosz Czarny, 1700 m.; 23. VII. 1905.

Habitu *Poae nemoralis var. montanae* Wimm. (pro parte *var. firmulae* in for. *coarctata* Gaud.), sed ligula valde distincta.

*Poa Janczewskii* Obscure viridis (prasina), laxe caespitosa et breviter stolonifera, 20 — 30 cm alta; culmi crassiusculi sed vix firmuli, vel planta minore ex parte humilior, ad 14 cm alta et culmi crassiores, stricti; culmi pro parte sparse scaberuli vel fere laeves, in parte superiore vel a medio nudi, aut ad tertiam partem tantum vaginis vestiti; vaginae semper nodos culmeos tegentes (ut in *P. caesia* et *P. polonica*); folia culmea vaginis breviora, in speciminibus humilioribus 2—3 cm, ceterum ad 6 cm longa, 1·5—2 mm lata, pro parte conduplicata, apice, praecipue in exemplis humilioribus, cucullato contracta, margine praecique versus apicem scabriuscula; ligula 1—1·5—2 mm longa, acutiuscula vel saepius obtusa et denticulato laciniata; panicula in exemplis humilioribus brevis, vix 2·5 cm longa, in exemplis altioribus 6—7·5 cm longa, subeffusa et fere laxiflora; rami cum rachi scabriusculi, inferiores plerumque trini (2—4), 1—4 rarius 5 spiculas gerentes; spiculae aureo violaceo subvariegatae, maxima ex parte biflorae cum rudimento tertii floris vel triflorae, ad 4 mm longae; axis florum laevis; valvae ovales, superior latior, acuminatae, subaequales, trinerviae, sed nervi laterales in valva inferiore breviores paulo

dimidiam valvam superantes; palea inferior late ovalis, obtusa, margine late albido membranaceo, nervis intermediis obsoletis, dorso margineque sericeo pilosa et saepe lateribus (in parte inferiore) praecipue in nervis intermediis breviter pilosa; palea superior lanceolata margine breviciliata; antherae fulvae; caryopsis subtiliter rugosa, dilute fusca.

In fissuris humidis terra pingui repletis rupium conglomerato-arenacearum montis Komanowe ad fontes Czeremosz Czarny, in altitudine 1700 m, copiosa. 23. VII, 1905.

Pauca exempla, valde matura, anno 1881, 30. VIII, hoc loco lecta, in „Conspectu" sub numero 172 ut *Poam humilem Ehrh.?* descripsi.

In „Conspectu" post *Poam nemoralem L.* sub numero 160 inserenda, *P. humilis Ehrh.?* (num. 172) vero delenda est.

A *Poa nemorali L.* ligula producta, foliis vaginis brevioribus, xi florum laevi, palea inferiore obtusa etc. manifeste differt et non nullis characteribus: nodis culmeis tectis, forma foliorum, ligula: *Poam caesiam Smith* et *Poam polonicam Błocki* in mentem revocat.

Exempla humiliora primo aspectu *Poae humili Ehrh.* similia.

Illustrissimo Domino Eduardo Janczewski, Doctori philosophiae, Professori Universitatis Jagellonicae, Academiae Litterarum Cracoviensis Socio, honoris causa.

L. SITOWSKI. **Motyle Pienin.** (***Lépidoptères des Piénines: p. 39–69***). (*Lepidopteren der Pieninen. S. 39–69*).

Verf. gibt nach eigenen Beobachtungen und auf grund einer Notiz von Dr. M. Nowicki aus dem J. 1870[1]) ein Verzeichnis von 501 Schmetterlingsarten der Pieninen; von diesen verdienen etwa die folgenden hervorgehoben zu werden:

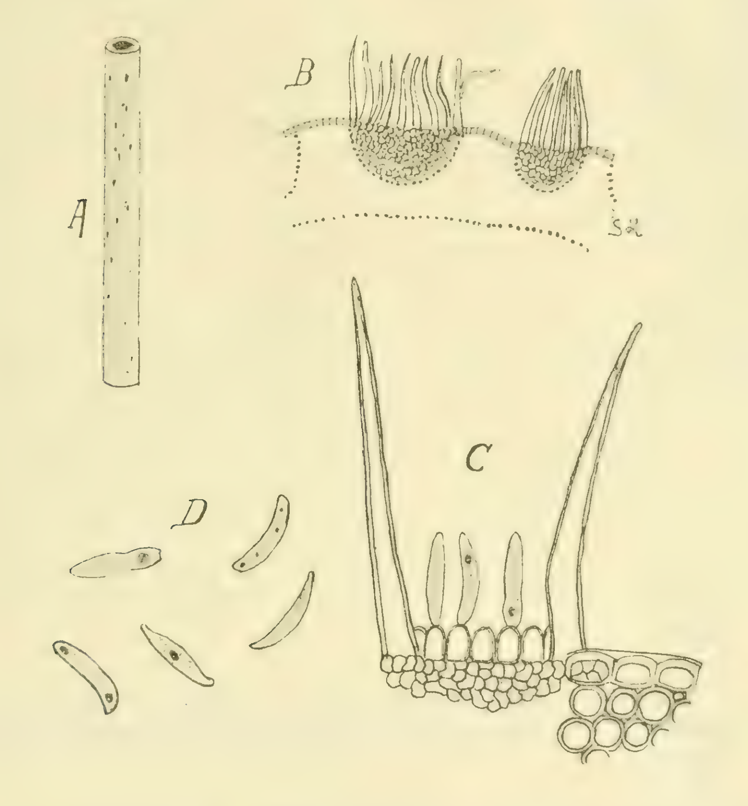
*Agrotis collina* B., **A. florida* Schmidt, *A. cuprea* Hb., **A. decora* Hb., *A. nigricans ab. rubricans* Esp., *A. obelisca ab. ruris* Hb., *Mamestra reticulata* Vill., *Dianthoecia nana* Rott., *Miana ophiogramma* Esp., *Bryophila perla* F., *Celaena matura* Hufn., *Polia chi* L., *Phlogophora scita* Hb., *Hydroecia micacea* Esp., *Mesogona oxalina* Hb., *Dyschorista suspecta* Hb., *Plastenis subtusa* F., **Orthosia macilenta* Hb., **Lithocampa ramosa* Esp., *Cucullia lucifuga* Hb., *Erastria pusilla* View., *Plusia moneta* F., *P. modesta* Hb., *P. chryson* Esp.,

[1]) Bericht der physiographischen Kommission, Bd. 4.

*P. gutta* Gn., *P. pulchrina* Hb., *P. jota* L. u. *ab. percontationis* Tr., **ab. inscripta* Esp., *Toxocampa viciae* Hb. u. *ab. caecula* F., *T. craccae* F., *Orneodes grammodactyla* Hb., *Swammerdamia alpicella* HS., *Eidophasia messingiella* F. *ab. triangulella* Schille, *Scythris obscurella* Sc., *Cyphophora idaei* Z., *Tinea semifulvella* Hw. — Die mit * bezeichneten Formen sind neu für Galizien.

B. NAMYSŁOWSKI. **Zapiski mykologiczne.** (***Liste des Champignons récoltés dans les environs de Cracovie en 1905: p. 70—86***).

Les environs de Cracovie n'ont pas été encore étudiés au point de vue mycologique, exception faite pour les Urédinées, dont la




A. Le chaume de *Poa trivialis* portant des verrues. Faible grossissement.

B. Coupe transversale du chaume de *Poa* avec deux verrues de *Colletotrichum Janczewskii*. *sk*-anneau sclèreux. Grossissement 110.

C. Coupe verticale d'une verrue contenant des conidies. Gross. 500.

D. Conidies à divers degrés de développement. Gross. 500.

liste fut jadis publiée par M. M. Raciborski. L'auteur énumère dans sa liste 112 espèces, appartenant aux genres: *Albugo*, *Phytophthora*, *Plasmopara*, *Bremia*, *Peronospora*, *Protomyces*, *Taphrina*, *Pseudopeziza*, *Rhytisma*, *Sphaerotheca*, *Podosphaera*, *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula*, *Phyllactinia*, *Capnodium*, *Nectria*, *Polystigma*, *Epichloë*, *Claviceps*, *Phyllachora*, *Ustilago*, *Tilletia*, *Urocystis*, *Puccinia*, *Phyllosticta*, *Asteroma*, *Ascochyta*, *Septoria*, *Leptothyrium*, *Discosia*, *Colletotrichum*, *Marssonia*, *Monilia*, *Ovularia*, *Botrytis*, *Ramularia*, *Dematium*, *Fusicladium*, *Polythrincium*, *Cladosporium*, *Heterosporium*, *Sporodesmium*, *Cercospora*, *Fusarium*. Il indique les localités où se trouve chacune d'elles et la date de la récolte. Une de ces espèces, vivant en parasite sur le *Poa trivialis*, est nouvelle; l'auteur l'appelle *Colletotrichum Janczewskii*. Elle est caractérisée par ses verrues planes ou un peu concaves, noires, arrondies ou un peu oblongues, jusqu'à 80 $\mu$ de diamètre. Les soies qui les bordent, sont noirâtres, plus pâles vers le sommet plus ou moins aminci, unicellulaires, longues de 70 à 150 $\mu$, larges de 8 $\mu$ à la base, de 4 $\mu$ vers le milieu. Les conidiophores qui tapissent la surface de la pustule sont au contraire très courts et légèrement cendrés (incolores dans le jeune âge); de forme ovoïde, ils n'ont pas plus de 8 $\mu$ de longueur, de 6 $\mu$ de diamètre. Les conidies produites par les conidiophores sont incolores, fusiformes, quelquefois recourbées en croissant, unicellulaires, longues de 24 à 34 $\mu$, (rarement de 18 $\mu$ seulement), larges de 3 à 6 $\mu$, leurs bouts sont plus ou moins pointus, celui qui touchait le conidiophore un peu aplati. Le protoplasma contient un noyau, fortement refringent. Le tissu de la verrue elle-même remplit, en forme de coussinet, l'interstice entre deux faisceaux de sclérenchyme du *Poa*, et y remplace le parenchyme détruit; sa couleur et sa structure parenchymateuse rappellent complètement un sclérote.

J. SIEMIRADZKI. **Monografia warstw paleozoicznych Podola. Z 7 tablicami in 4-o.** (***Monographie des couches paléozoïques de la Podolie. Avec 7 planches in 4-o. P. 87—196***). Voyez le Bulletin p. 23—32.

*IV. Matériaux pour la physiographie de la Galicie, recueillis par la Section agronomique:*

A. NOWICKI. **Wydatność drzewostanów w naszych lasach w chwili ich sprzętu. V.** (***Productivité en bois de nos forêts. V. P. 3—27***). (*Die Holzmassenerträge unserer Forste. V. S. 3—27*).

Die Tabellen der vorliegenden 5-ten Serie beziehen sich auf teils in der nordwestlichen Ebene, teils in dem Hügellande zwischen den Zuflüssen des Biała- und des Wisłoka-Flusses liegende Forste.

---

# Table des matières par noms d'auteurs

contenues dans le Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie.
(Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles).

**Année 1906.**

Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé. Le nombre inscrit à la suite de chaque Mémoire indique la page.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Józefa Rostafińskiego.

Kraków. 1907. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

9 Stycznia 1907.

# PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE
## 1873—1902

Librairie de la Société anonyme polonaise
(Spółka wydawnicza polska)
à Cracovie

### Philologie. — Sciences morales et politiques.

»Pamiętnik Wydz. filolog. i hist. filozof.« *(Classe de philologie, Classe d'histoire et de philosophie. Mémoires)*, in 4-to, vol. II—VIII (38 planches, vol. I épuisé). — 118 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. filolog.« *(Classe de philologie. Séances et travaux)*, in 8-vo, volumes II—XXXIII (vol. I épuisé). — 258 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydz. hist. filozof.« *(Classe d'histoire et de philosophie. Séances et travaux)*, in 8-vo, vol. III—XIII, XV—XLII, (vol. I. II. XIV épuisés, 61 pl.) — 276 k.

»Sprawozdania komisyi do badania historyi sztuki w Polsce.« *(Comptes rendus de la Commission de l'histoire de l'art en Pologne)*, in 4-to, vol. I—VI (115 planches, 1040 gravures dans le texte). — 77 k.

»Sprawozdania komisyi językowej.« *(Comptes rendus de la Commission de linguistique)*, in 8-vo, 5 volumes. — 27 k.

»Archiwum do dziejów literatury i oświaty w Polsce.« *(Documents pour servir à l'histoire de la littérature en Pologne)*, in 8-vo, 10 vol. — 57 k.

Corpus antiquissimorum poetarum Poloniae latinorum usque ad Ioannem Cochanovium, in 8-vo, 4 volumes.

Vol. II, Pauli Crosnensis atque Joannis Visliciensis carmina, ed. B. Kruczkiewicz. 4 k. Vol. III. Andreae Cricii carmina ed. C. Morawski. 6 k. Vol. IV. Nicolai Hussoviani Carmina, ed. J. Pelczar. 3 c. — Petri Roysii carmina ed. B. Kruczkiewicz. 12 k.

»Biblioteka pisarzów polskich.« *(Bibliothèque des auteurs polonais du XVI e. XVII siècle)*, in 8-vo, 41 livr. 51 k. 80 h.

Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 162 k.

Vol. I, VIII, Cod. dipl. eccl. cathedr. Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. II, XII et XIV. Cod. epistol. saec. XV ed A. Sokołowski et J. Szujski; A. Lewicki. 32 k. — Vol. III, IX, X, Cod. dipl. Minoris Poloniae, ed. Piekosiński. 30 k. — Vol. IV, Libri antiquissimi civitatis Cracov. ed. Piekosiński et Szujski. 10 k. — Vol. V, VII, Cod. diplom. civitatis Cracov. ed. Piekosiński. 20 k. — Vol. VI, Cod. diplom. Vitoldi ed. Prochaska. 20 k. — Vol. XI, Index actorum saec. XV ad res publ. Poloniae spect. ed. Lewicki. 10 k. — Vol. XIII, Acta capitulorum (1408—1530) ed. B. Ulanowski. 10 k. — Vol. XV, Rationes curiae Vladislai Jagellonis et Hedvigis, ed. Piekosiński. 10 k.

Scriptores rerum Polonicarum, in 8-vo, 11 (I—IV, VI—VIII, X, XI, XV, XVI, XVII) volumes. — 162 k.

Vol. I, Diaria Comitiorum Poloniae 1548, 1553, 1570. ed. Szujski. 6 k. — Vol. II, Chronicorum Barnardi Vapovii pars posterior ed. Szujski. 6 k. Vol. III. Stephani Medeksza commentarii 1654 — 1668 ed. Seredyński: 6 k. — Vol. VII, X, XIV, XVII Annales Domus professae S. J. Cracoviensis ed. Chotkowski. 14 k. — Vol. XI, Diaria Comitiorum R. Polon. 1587 ed A. Sokołowski. 4 k. — Vol. XV. Analecta Romana, ed. J. Korzeniowski. 14 k. — Vol. XVI Stanislai Temberski Annales 1647—1656, ed. V. Czermak. 6 k.

Collectanea ex archivo Collegii historici, in 8-vo, 8 vol. — 48 k.

Acta historica res gestas Poloniae illustrantia, in 8-vo imp., 15 volumes. — 156 k.

Vol. I, Andr. Zebrzydowski, episcopi Vladisl. et Cracov. epistolae ed. Wislocki 1546—1553. 10 k. — Vol. II, (pars 1. et 2.) Acta Joannis Sobieski 1629—1674, ed. Kluczycki. 20 k. —

Vol. III, V, VII, Acta Regis Joannis III (ex archivo Ministerii rerum exterarum Gallici) 1674—1683 ed. Waliszewski. 30 k. — Vol. IV, IX, (pars 1. et 2.) Card. Stanislai Hosii epistolae 1525—1558 ed. Zakrzewski et Hipler. 30 k. — Vol. VI, Acta Regis Ioannis III ad res expeditionis Viennensis a. 1683 illustrandas ed. Kluczycki. 10 k. — Vol. VIII (pars 1. et 2.), XII (pars 1. et 2.), Leges, privilegia et statuta civitatis Cracoviensis 1507—1795 ed. Piekosiński. 40 k. Vol. X, Lauda conventuum particularium terrae Dobrinensis ed. Kluczycki. 10 c. — Vol. XI, Acta Stephani Regis 1576—1586 ed. Polkowski. 6 k.

Monumenta Poloniae historica, in 8-vo imp., vol. III—VI. — 102 k.

Acta rectoralia almae universitatis Studii Cracoviensis inde ab anno MCCCCLXIX, ed. W. Wisłocki. T. I, in 8-vo. — 15 k.

»Starodawne prawa polskiego pomniki.« (*Anciens monuments du droit polonais* in 4-to, vol. II—X. — 72 k.

Vol. II, Libri iudic. terrae Cracov. saec. XV, ed. Helcel. 12 k. — Vol. III, Correctura statutorum et consuetudinum regni Poloniae a. 1532, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. IV, Statuta synodalia saec. XIV et XV, ed. Heyzmann. 6 k. — Vol. V, Monumenta literar. rerum publicarum saec. XV, ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VI, Decreta in iudiciis regalibus a. 1507—1531 ed. Bobrzyński. 6 k. — Vol. VII, Acta expedition. bellic. ed. Bobrzyński, Inscriptiones clenodiales ed. Ulanowski. 12 k. — Vol. VIII, Antiquissimi libri iudiciales terrae Cracov. 1374—1400 ed. Ulanowski. 16 k. — Vol. IX, Acta iudicii feodalis superioris in castro Golesz 1405—1546. Acta iudicii criminalis Muszynensis 1647—1765. 6 k. — Vol. X, p. 1. Libri formularum saec. XV ed. Ulanowski. 2 k.

Volumina Legum. T. IX. 8-vo, 1889. — 8 k.

---

## Sciences mathématiques et naturelles.

»Pamiętnik.« (*Mémoires*), in 4-to, 17 volumes (II—XVIII, 178 planches, vol. I épuisé). — 170 k.

»Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń.« (*Séances et travaux*), in 8-vo, 41 vol. (319 planches). — 376 k.

»Sprawozdania komisyi fizyograficznej.« (*Comptes rendus de la Commission de physiographie*), in 8-vo, 35 volumes (III. VI — XXXIII, 67 planches, vol. I. II. IV. V. épuisés). — 274 k. 50 h.

»Atlas geologiczny Galicyi.« (*Atlas géologique de la Galicie*), in fol., 12 livraisons (64 planches) (à suivre). — 114 k. 80 h.

»Zbiór wiadomości do antropologii krajowej.« (*Comptes rendus de la Commission d'anthropologie*), in 8-vo, 18 vol. II—XVIII (100 pl., vol. I épuisé). — 125 k.

»Materyały antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne.« (*Matériaux anthropologiques, archéologiques et ethnographiques*), in 8-vo, vol. I—V, (44 planches, 10 cartes et 106 gravures). — 32 k.

---

**Świętek J.**, »Lud nadrabski, od Gdowa po Bochnią.« (*Les populations riveraines de la Raba en Galicie*), in 8-vo, 1894. — 8 k. **Górski K.**, »Historya piechoty polskiej« (*Histoire de l'infanterie polonaise*), in 8-vo, 1893. — 5 k. 20 h. »Historya jazdy polskiej« (*Histoire de la cavalerie polonaise*), in 8-vo, 1894. — 7 k. **Balzer O.**, »Genealogia Piastów.« (*Généalogie des Piasts*), in 4-to, 1896. — 20 k. **Finkel L.**, »Bibliografia historyi polskiej.« (*Bibliographie de l'histoire de Pologne*) in 8-vo, vol. I et II p. 1—2, 1891—6. — 15 k. 60 h. **Dickstein S.**, »Hoëne Wroński, jego życie i dzieła.« (*Hoëne Wroński, sa vie et ses oeuvres*), lex. 8-vo, 1896. — 8 k. **Federowski M.**, »Lud białoruski.« (*L'Ethnographie de la Russie Blanche*), in 8-vo, vol. I—II. 1897. 13. k.

---

»Rocznik Akademii.« (*Annuaire de l'Académie*), in 16-o, 1874—1898 25 vol. 1873 épuisé) — 33 k. 60 h.

»Pamiętnik 15-letniej działalności Akademii.« (*Mémoire sur les travaux de l'Académie 1873—1888*), 8-vo, 1889. — 4 k.

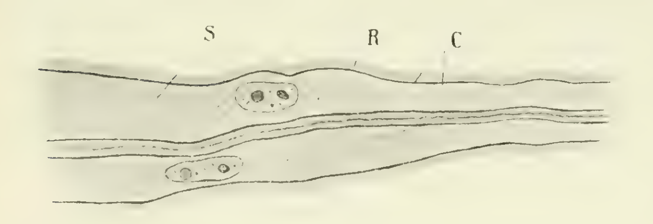



Fig. 1.

Fig. 2.




Fig. 6.

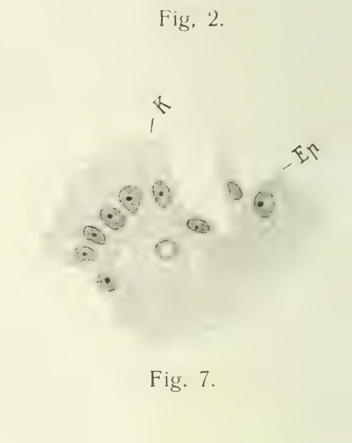



Fig. 7.



Fig. 8 a.

Fig. 8 b.

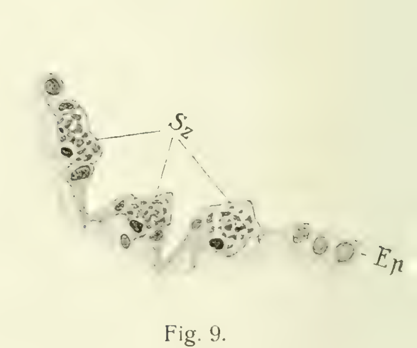



Fig. 9.

*P. Łoziński.*

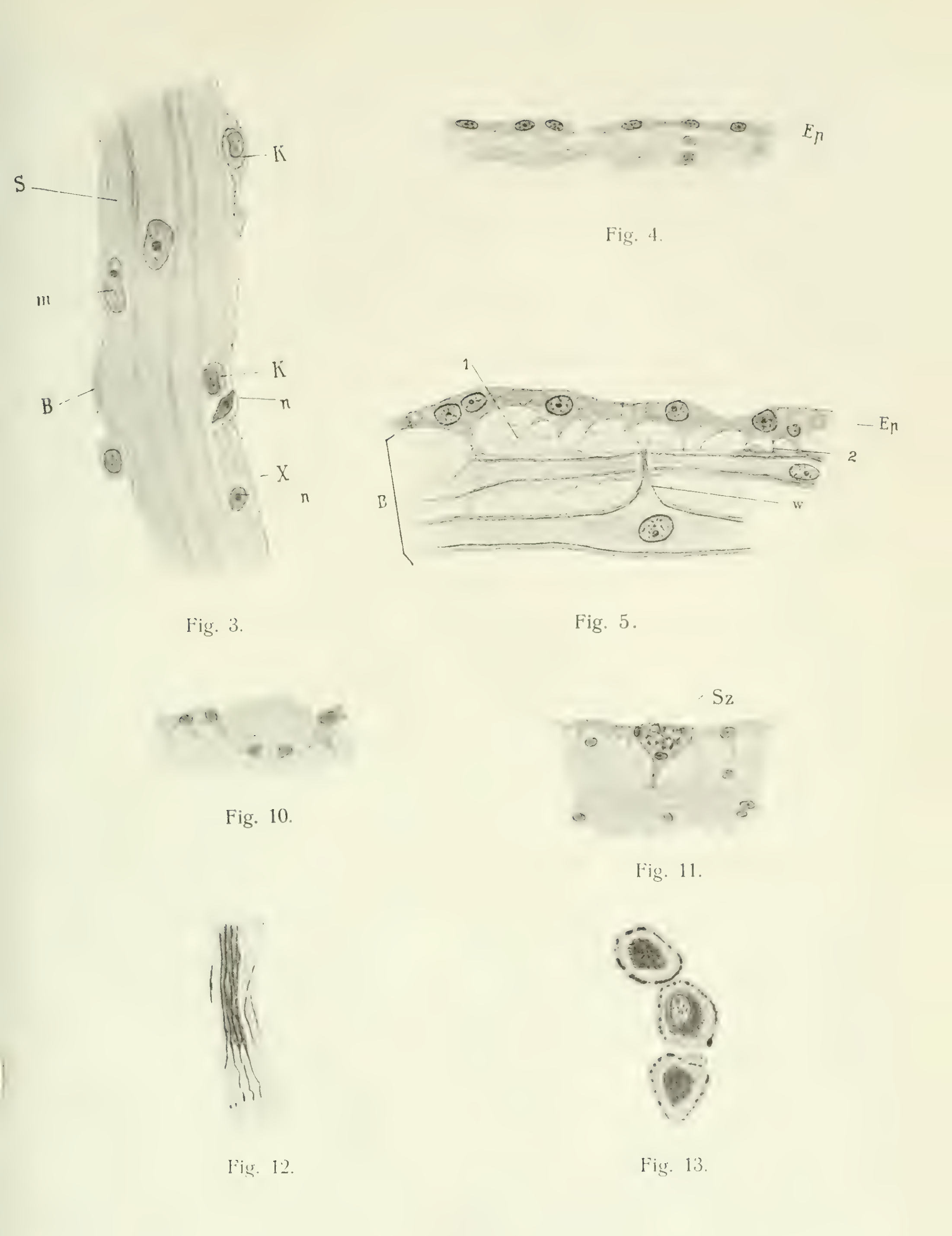



Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.



Fig. 1.

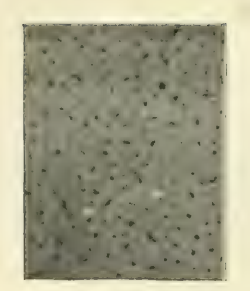


Fig. 2.



Fig. 4.

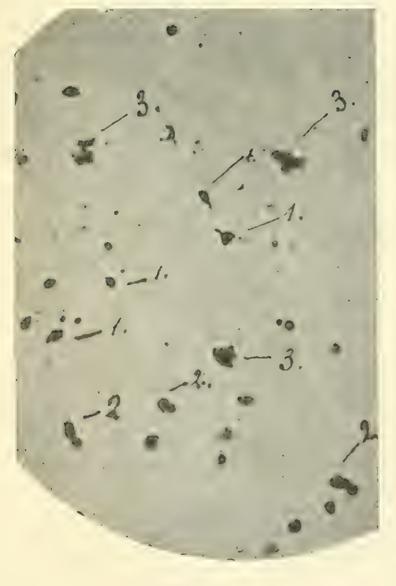



Fig. 3.

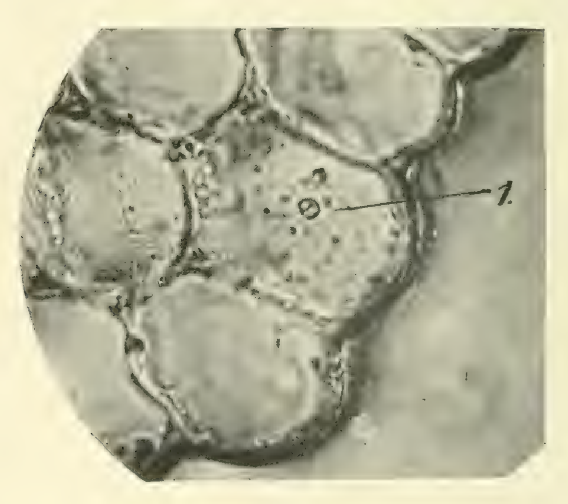



Fig. 5.

*J. Brzeziński.*

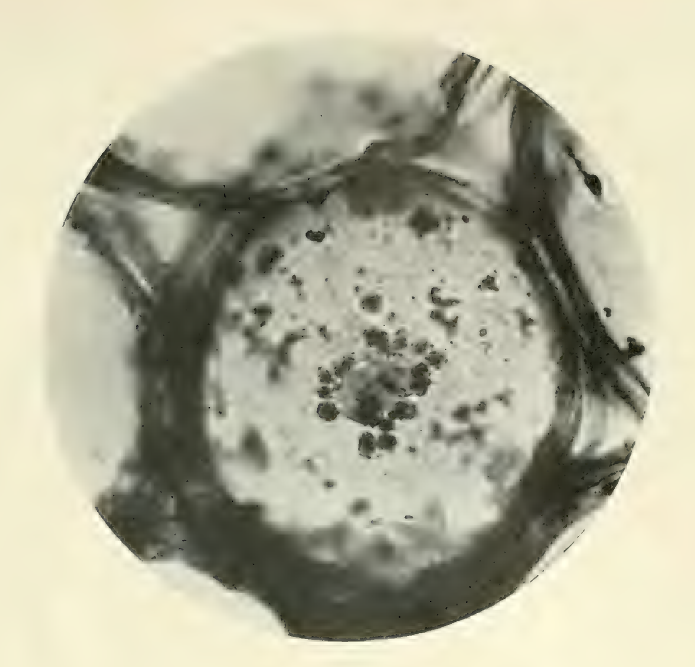


Fig. 6.



Fig. 7.

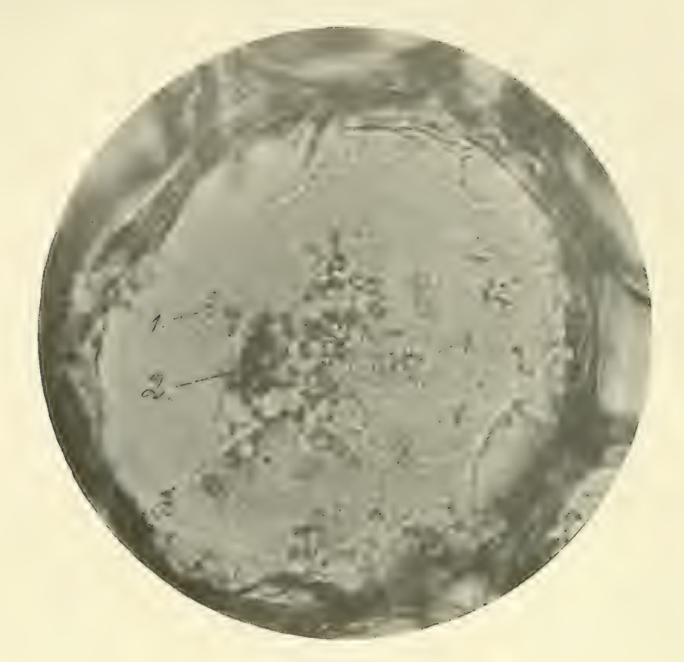



Fig. 8.

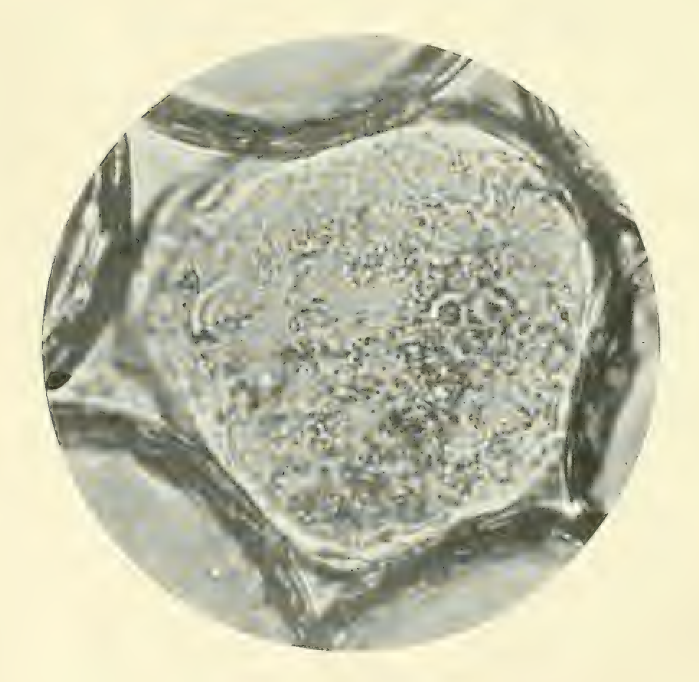


Fig 9.

J. Brzeziński.




Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.

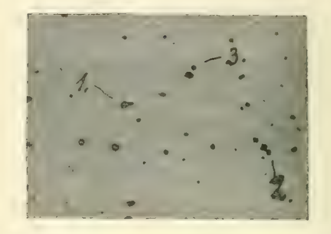
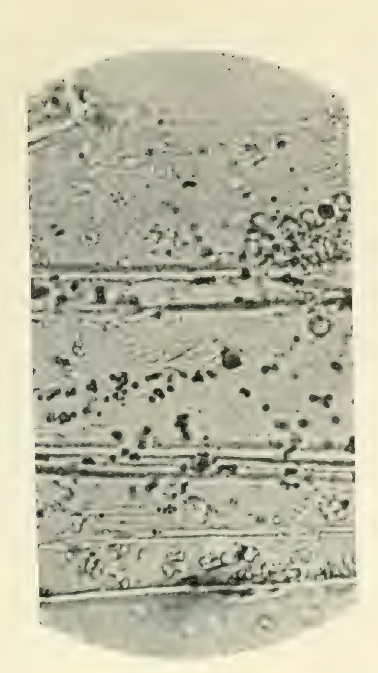



Fig. 16.



Fig. 14.

*J. Brzeziński.*



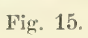


Fig. 15.



Fig. 18.

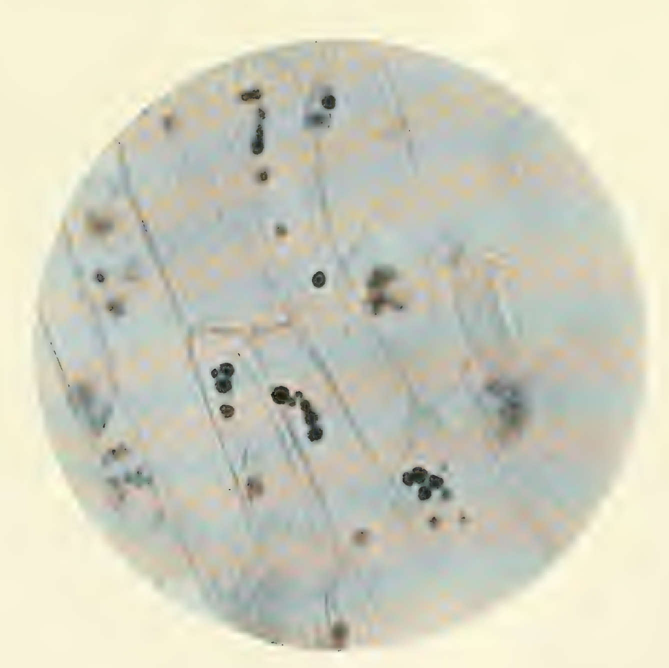


Fig. 17.

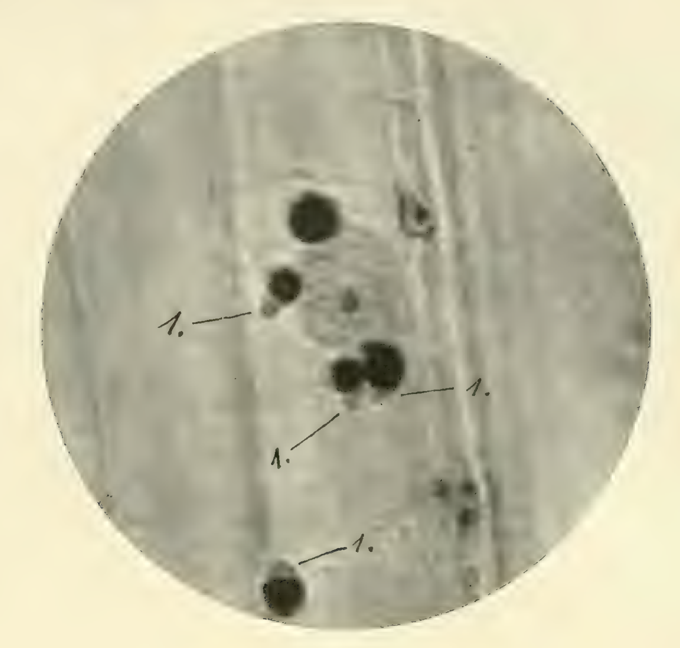



Fig. 19.




Fig. 20.

*J. Brzeziński.*



Fig. 21



Fig. 24



Fig. 22.



Fig. 23.

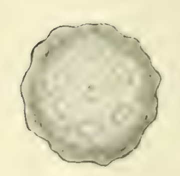


Fig. 26.




Fig. 25.



Fig. 27.

*J. Brzeziński*



Fig. 28.



Fig. 29



Fig. 30.



Fig. 35.



Fig. 32.

J. Brzeziński




Fig. 31

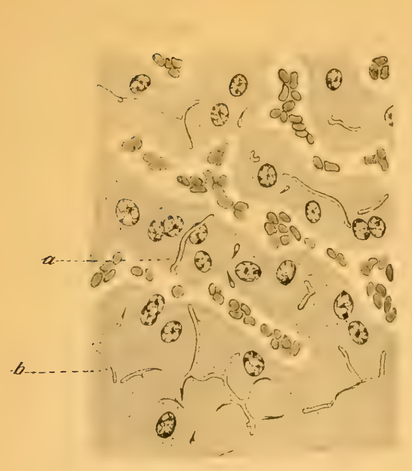


Fig. 34.



Fig. 33.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLONSKIEGO W KRAKOWIE.



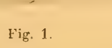



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

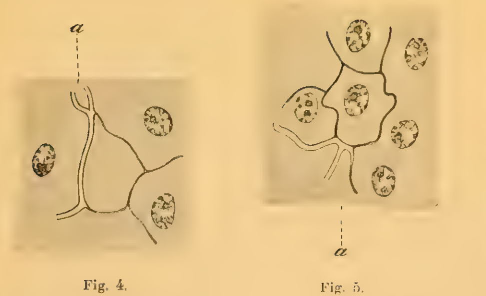



Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.




Fig. 7

Fig. 9.



Fig. 8.

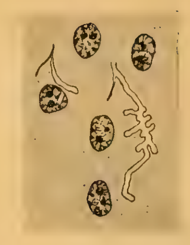


Fig. 10.




Fig. 12.

*T. Browicz.*

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.

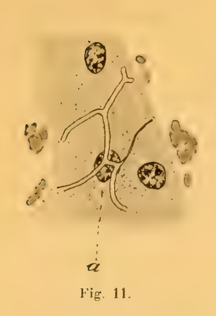



Fig. 11.

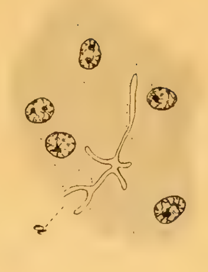
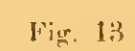




Fig. 13



Fig 14.

Fig. 21.

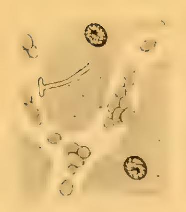


Fig. 16.

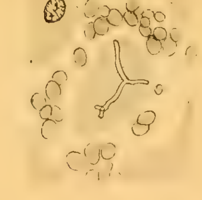


Fig. 17.



Fig. 15.

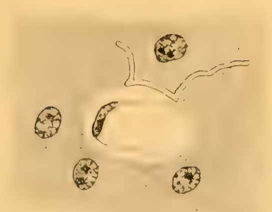


Fig. 18.

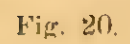



Fig. 20.



Fig. 19.

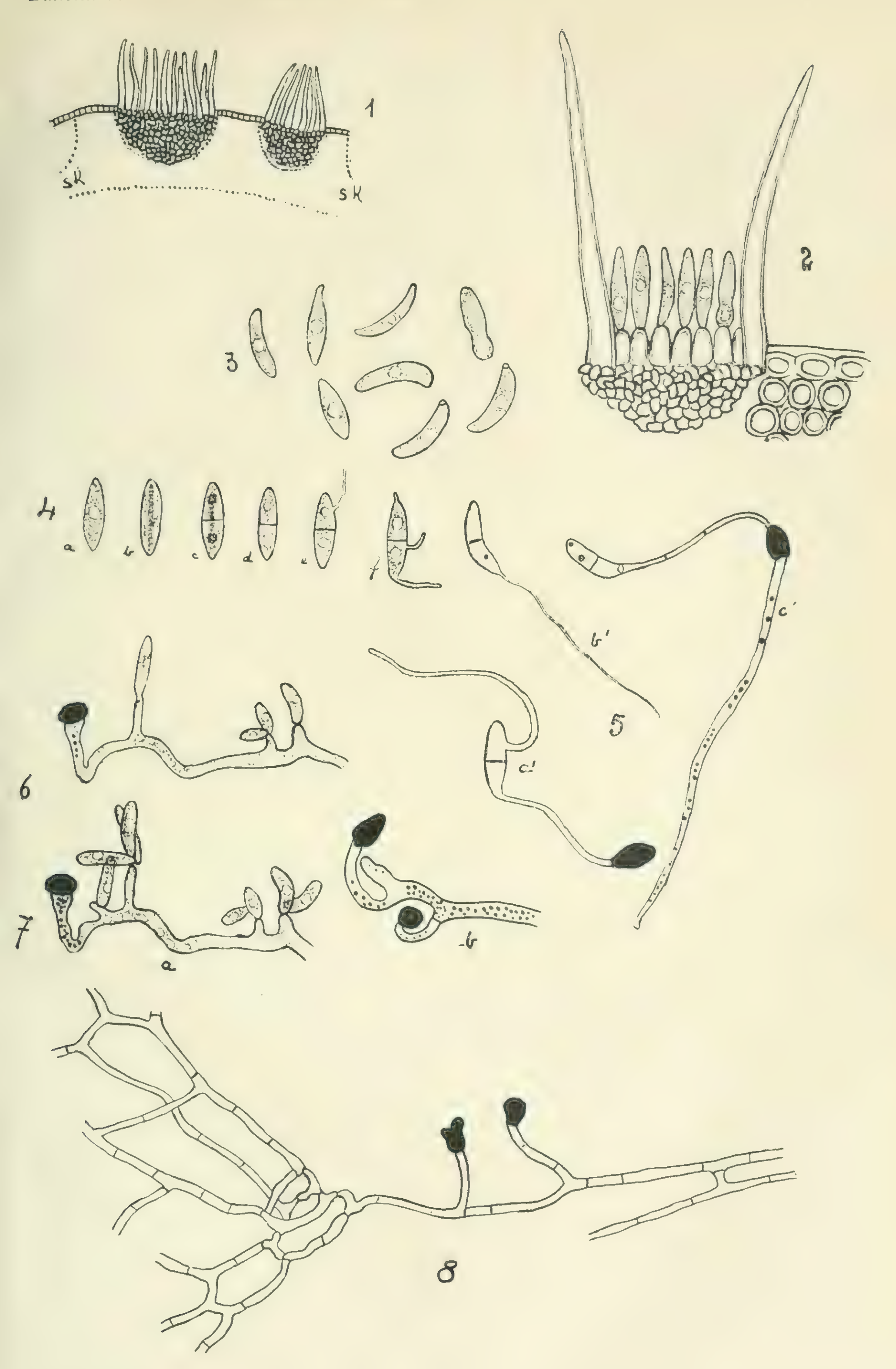
T. Browicz.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.




*T. Wiśniowski.*

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE




*B. Namysłowski.*

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLONSKIEGO W KRAKOWIE.



Fig. 1.

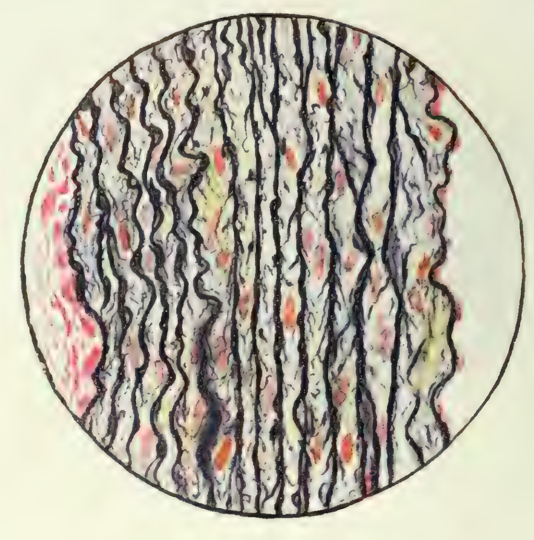


Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 7.

E. Mięsowicz.



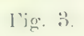


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 6



Fig. 9A.

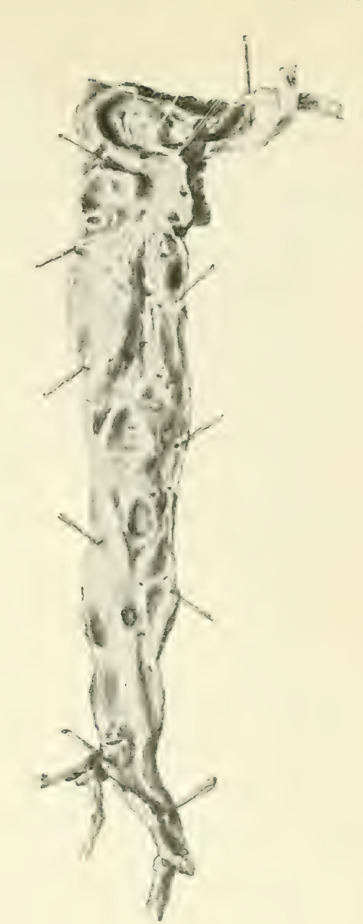


Fig. 9B.



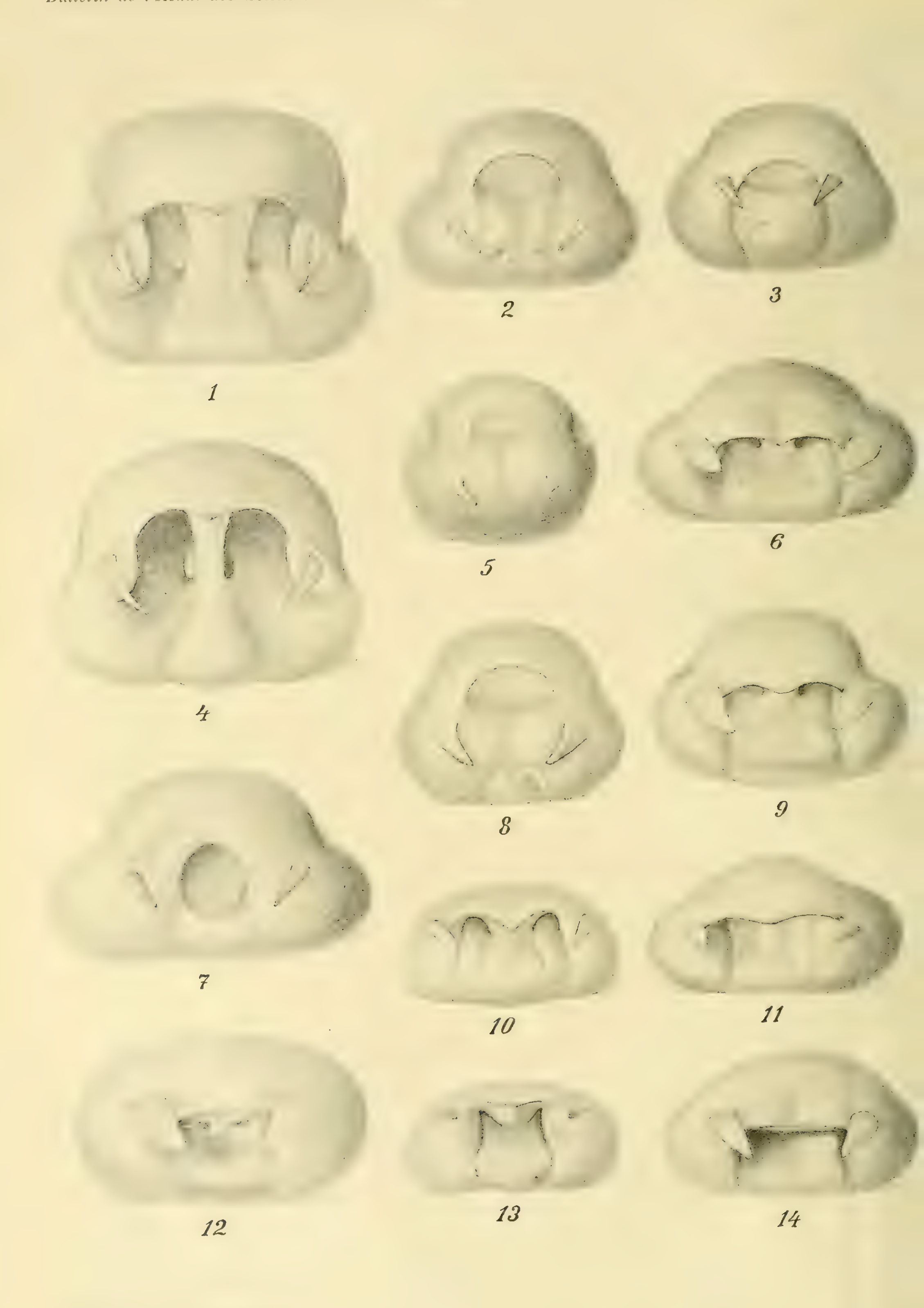
Fig. 9C.



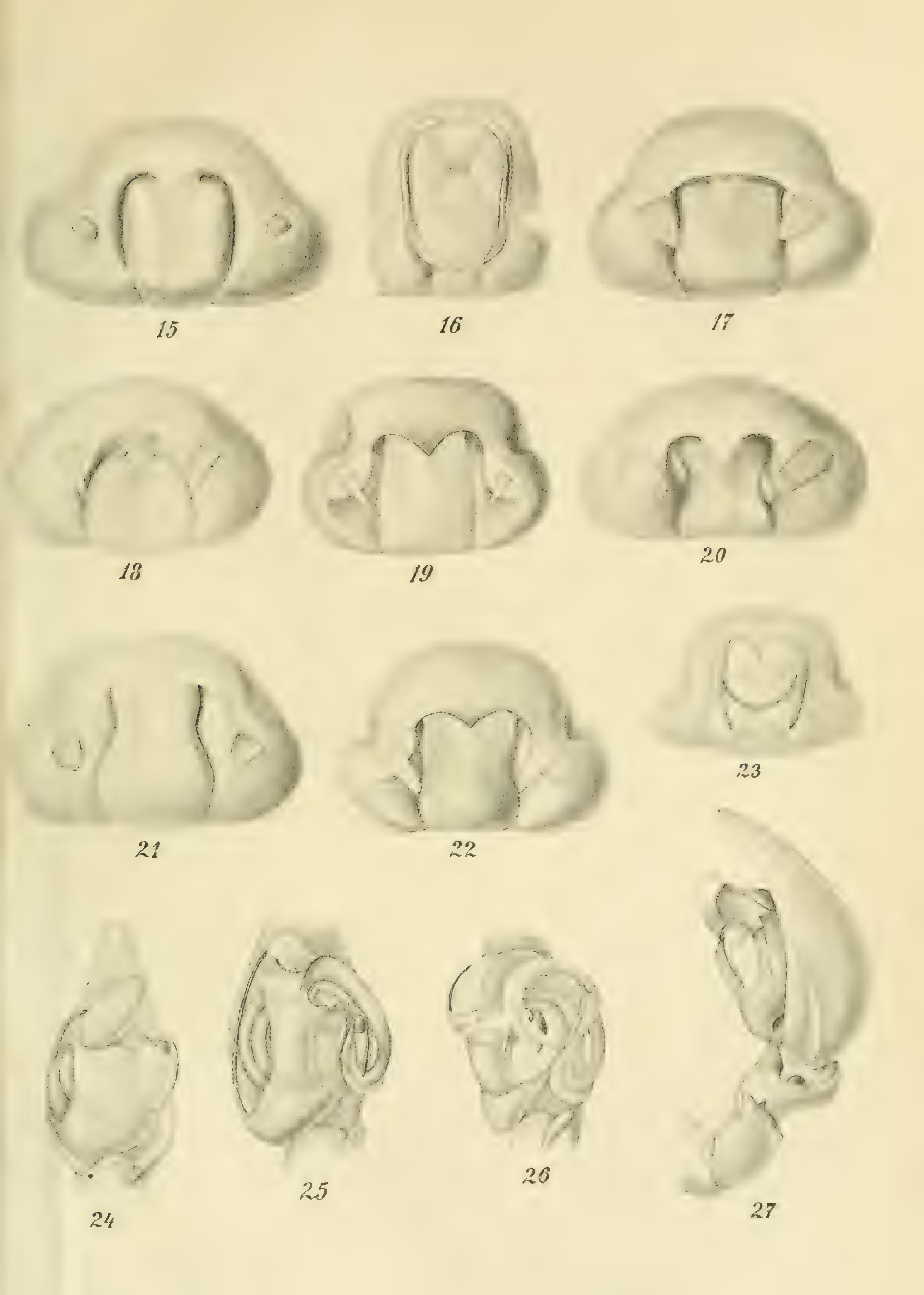
Fig. 8

*E. Mięsowicz.*

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE



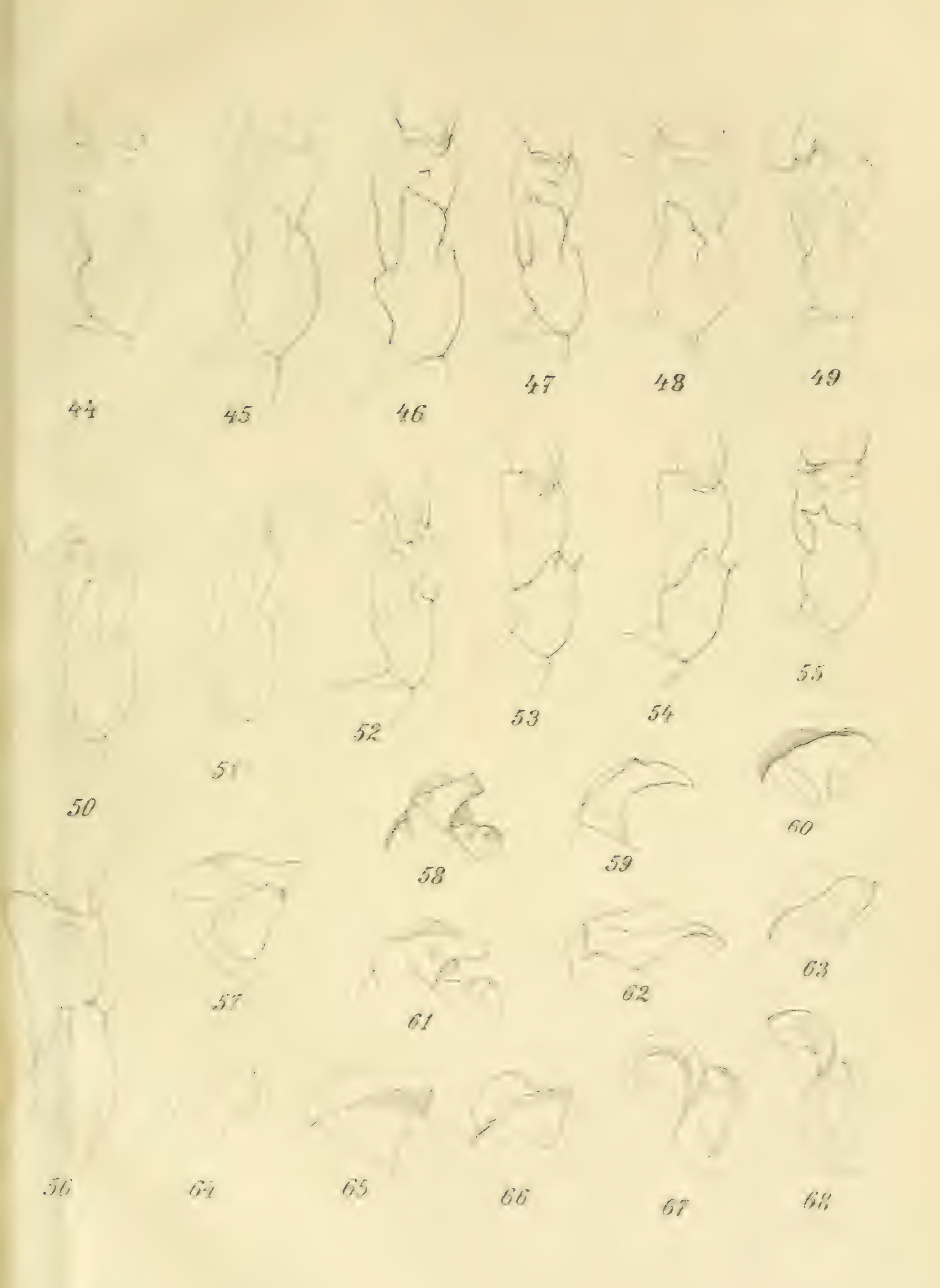

*ad. nat. del. W. Kulczyński.*




J. Löwy. Wiedeń.




*ad. nat. del. W. Kulczyński.*




J. Löwy. Wiedeń.

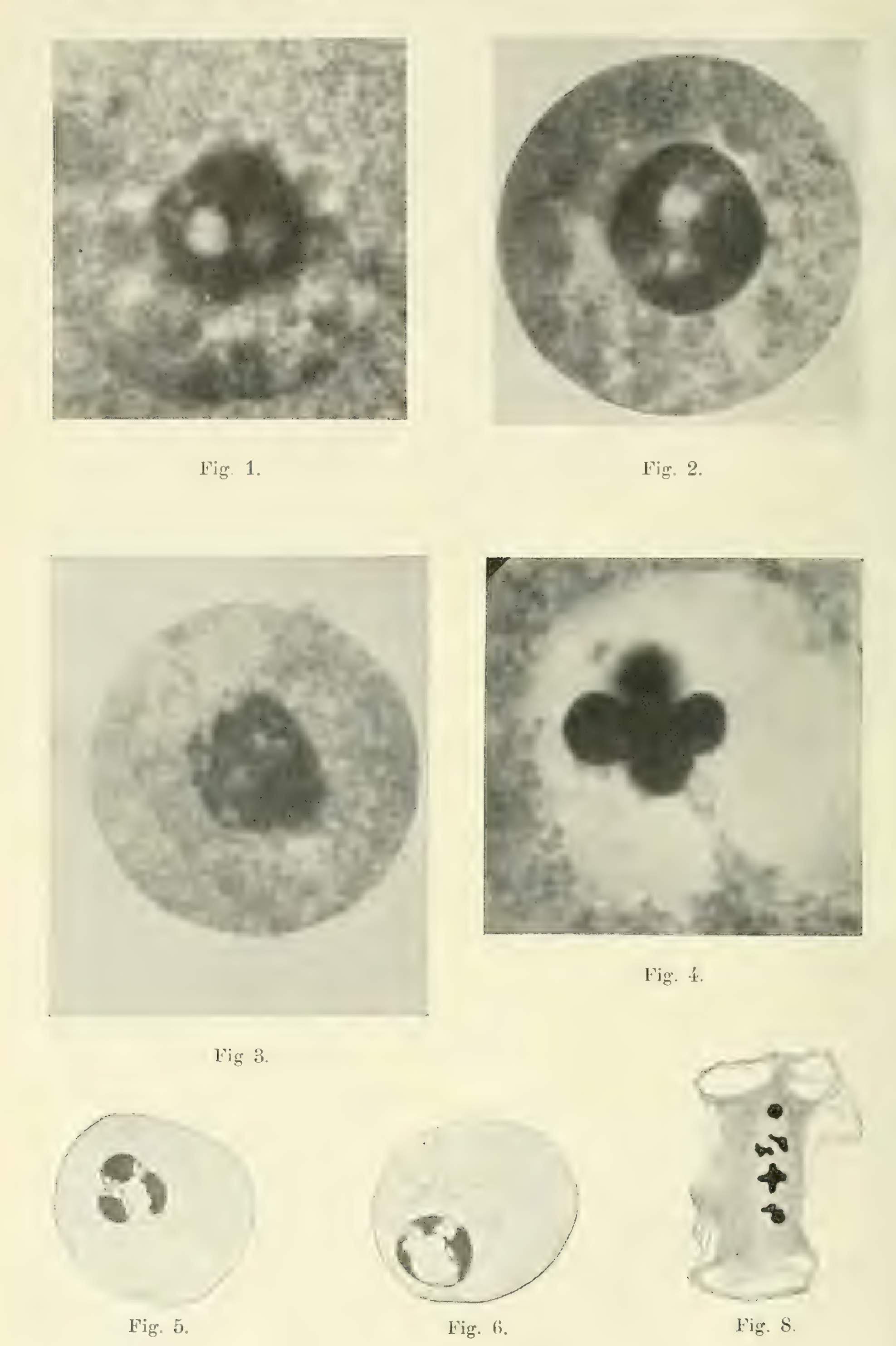


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 8.

*Z. Wójcicki.*

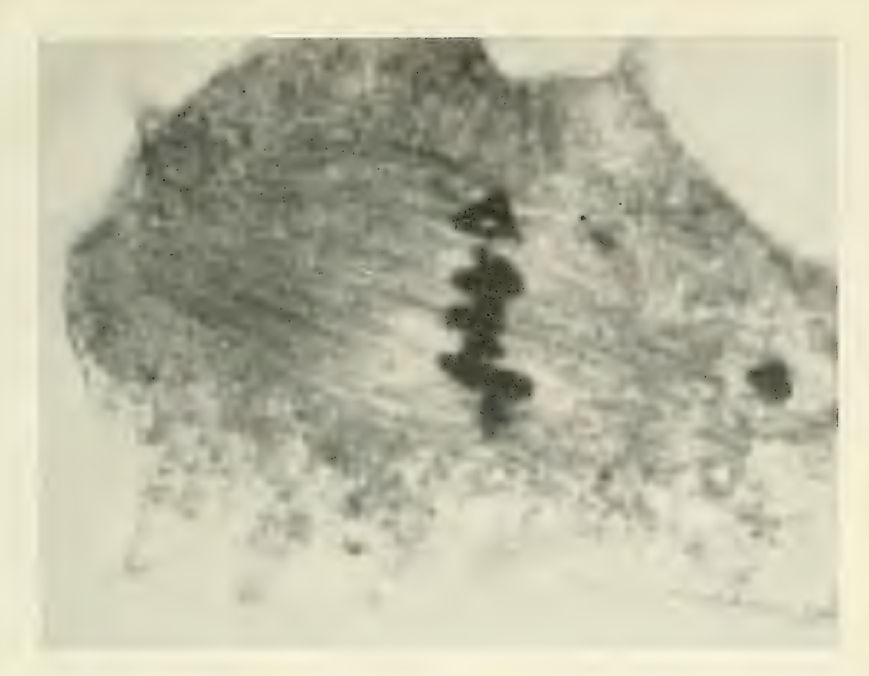


Fig 7.

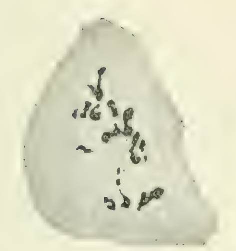


Fig. 9.



Fig. 11.

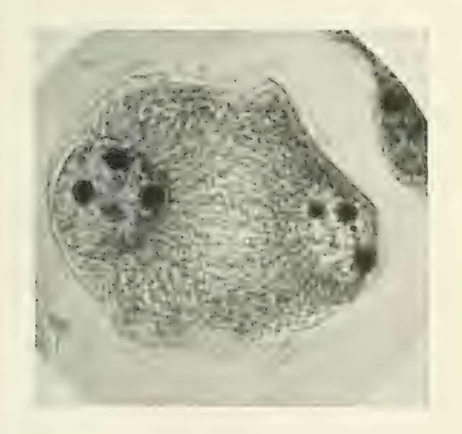


Fig. 10.



Fig. 12.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.



Fig. 13.

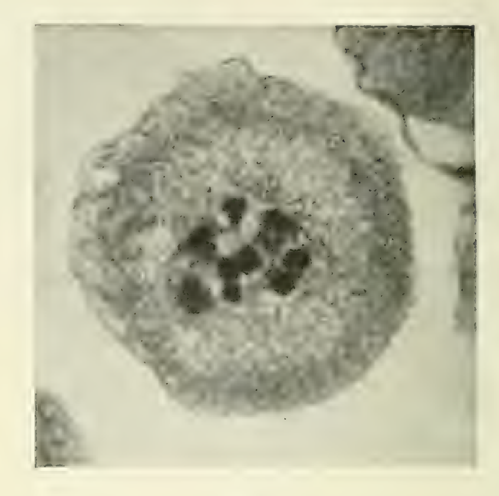


Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 19.



Fig. 21.

*Z. Wójcicki.*



Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 20.



Fig. 22.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.

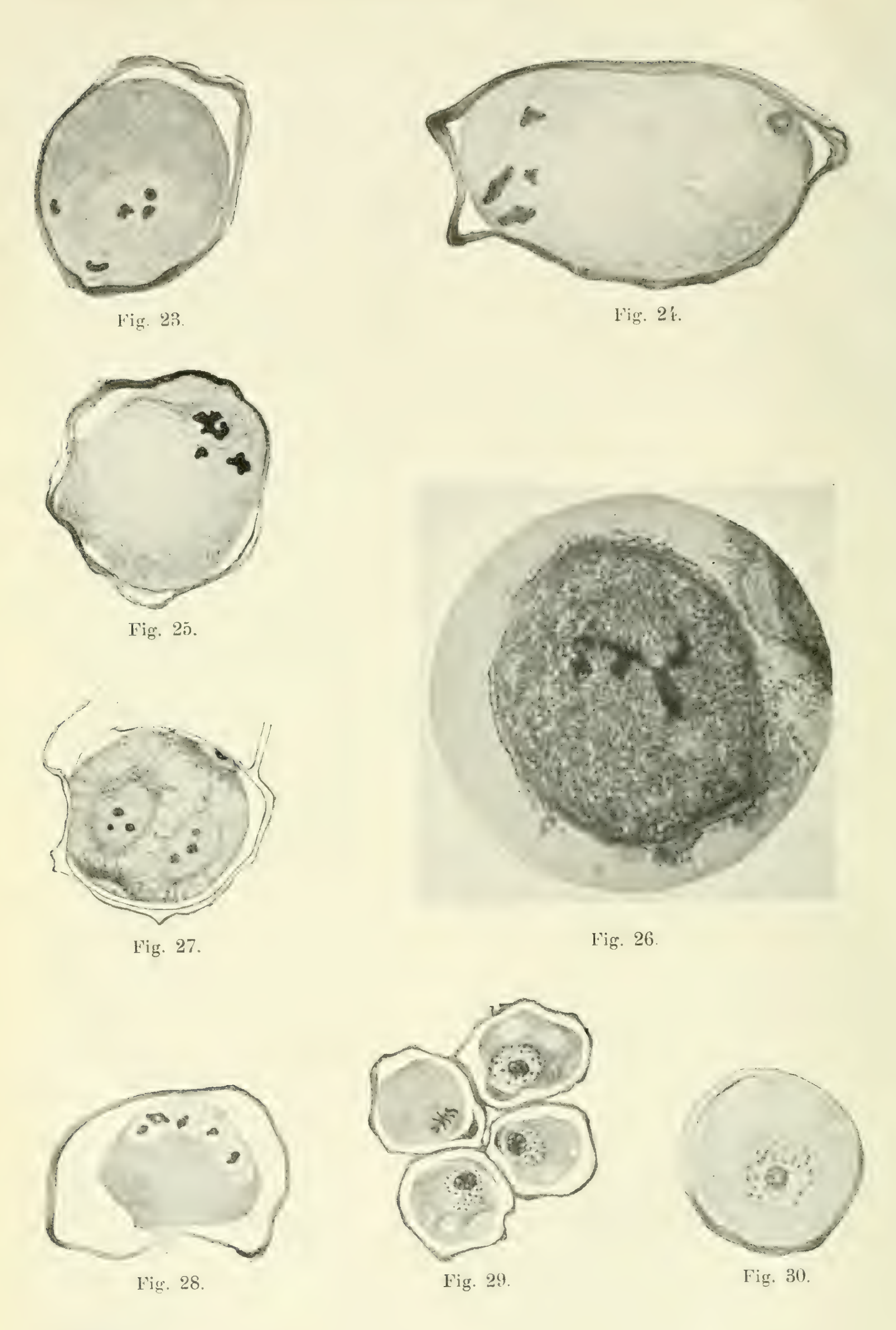


Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.

*Z. Wójcicki.*




Fig. 31.



Fig. 32.



Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 33.



Fig. 36

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12




G. Balicka-Iwanowska.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.

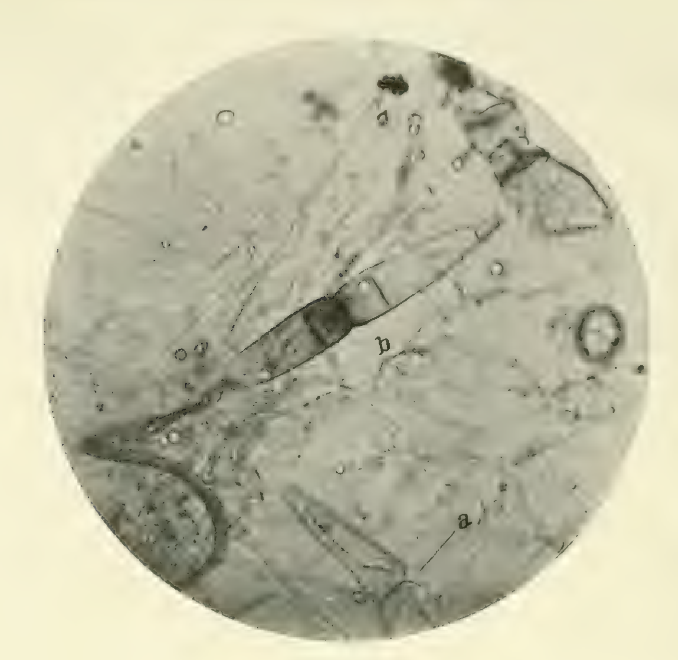



Fig. 1.




Fig. 2.

B. Namysłowski.

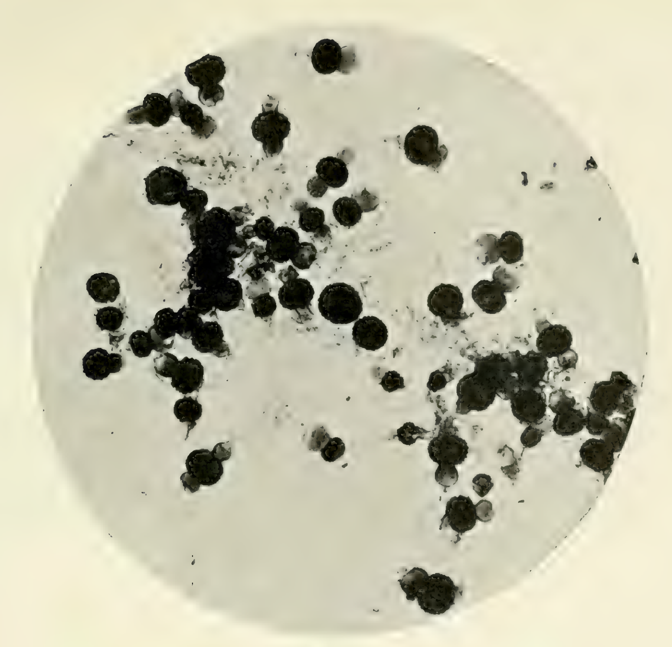
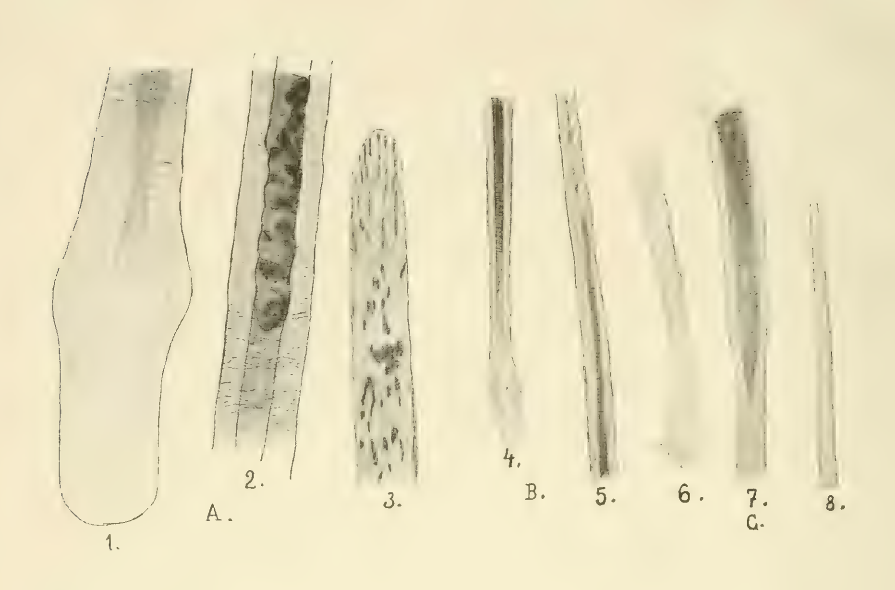


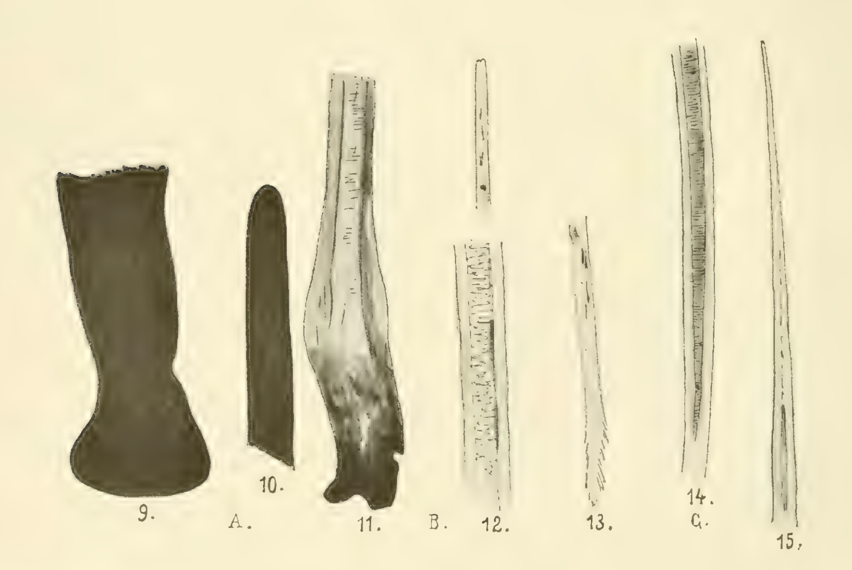
Fig. 3.



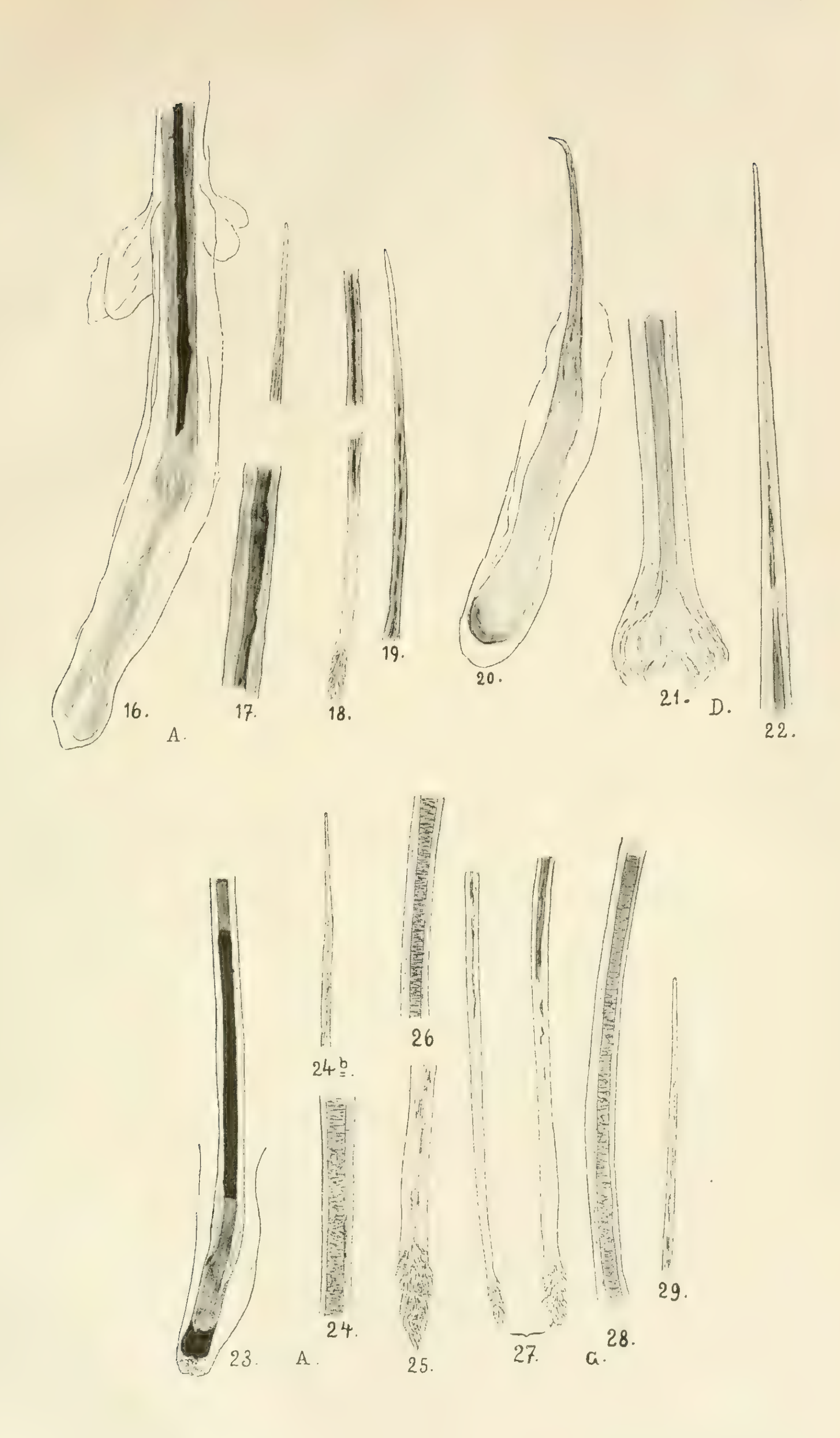

Fig. 4.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.

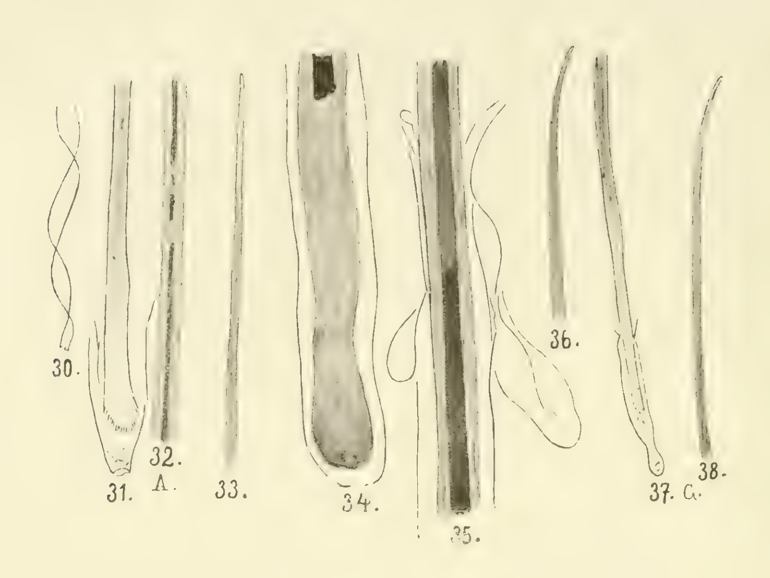


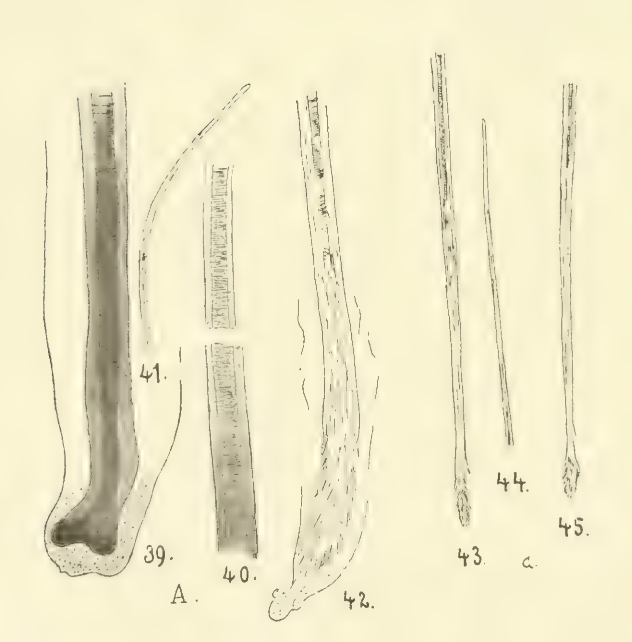



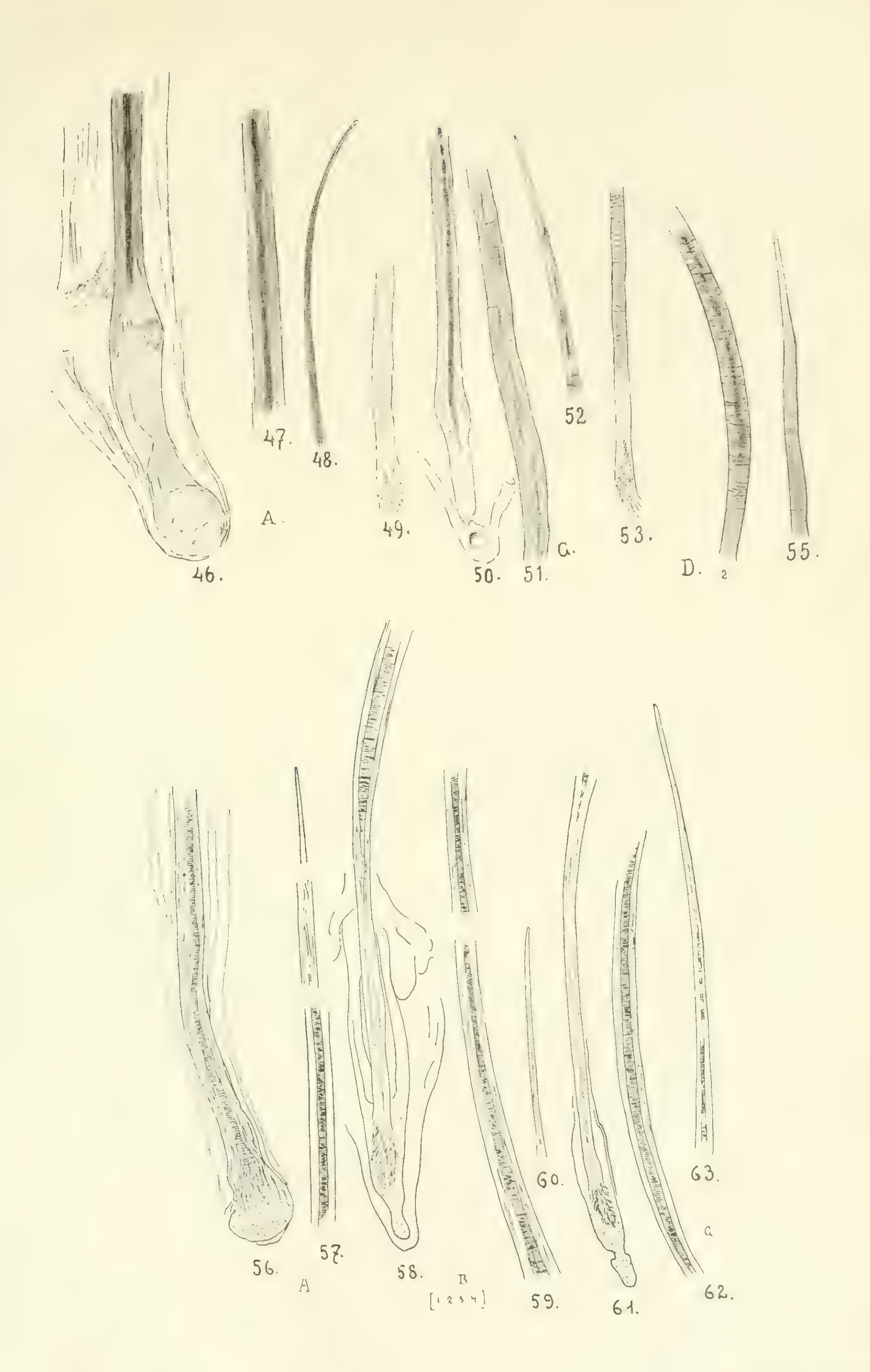

Jean Rostafiński.

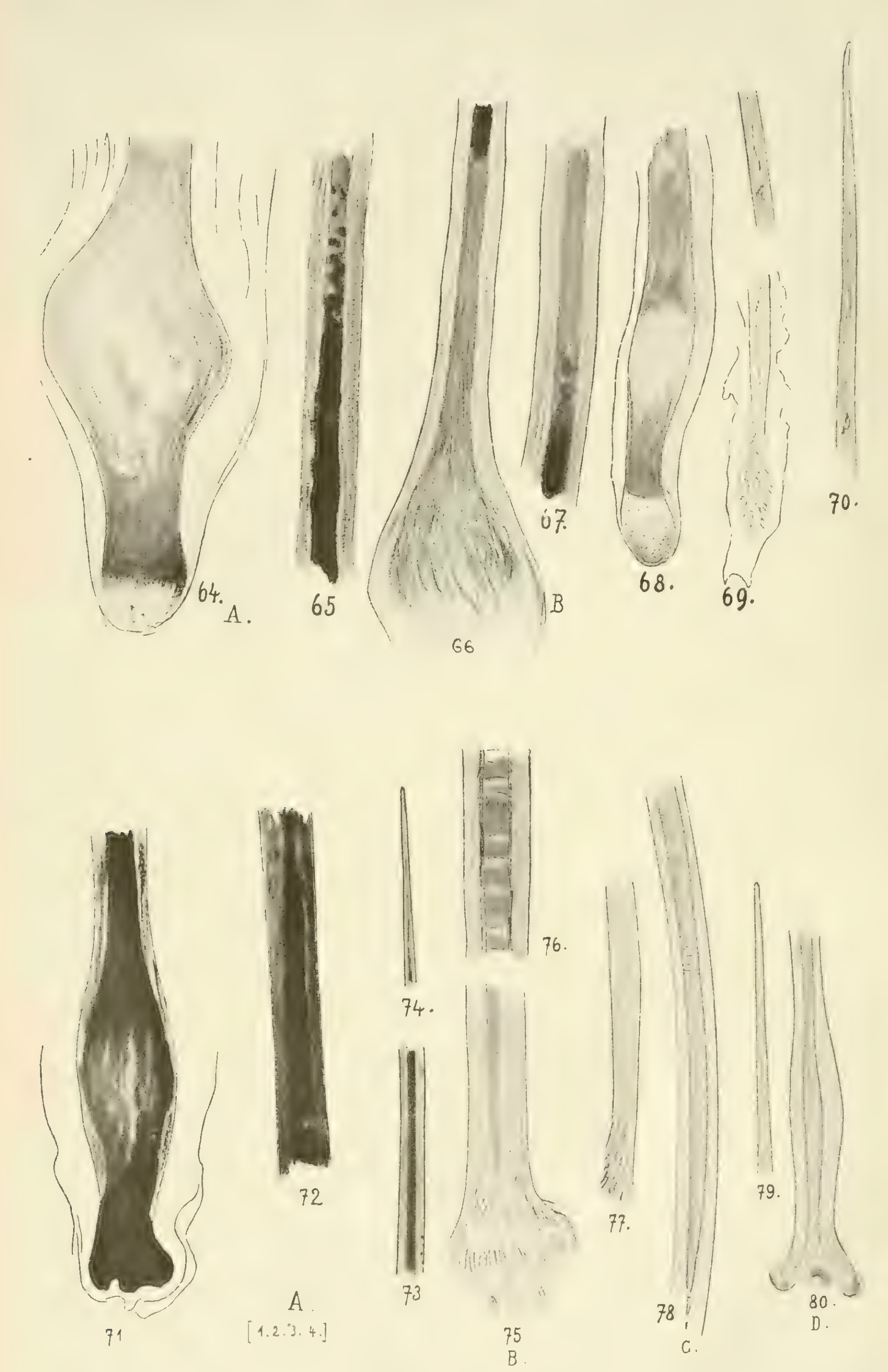



Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie.

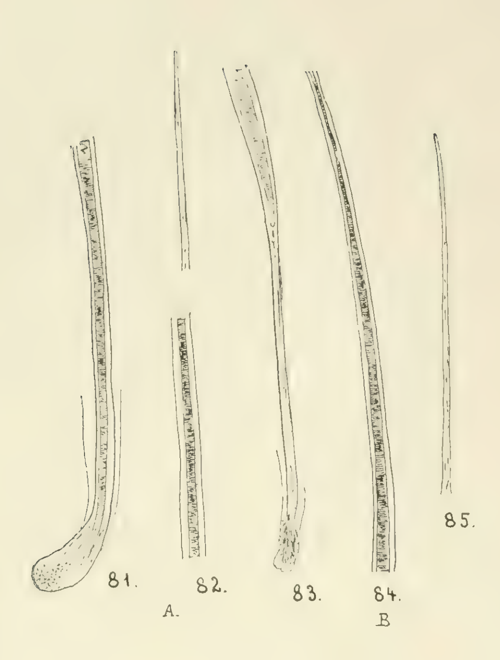

30.
31.
32.
A.
33.
34.
35.
36.
37. a.
38.

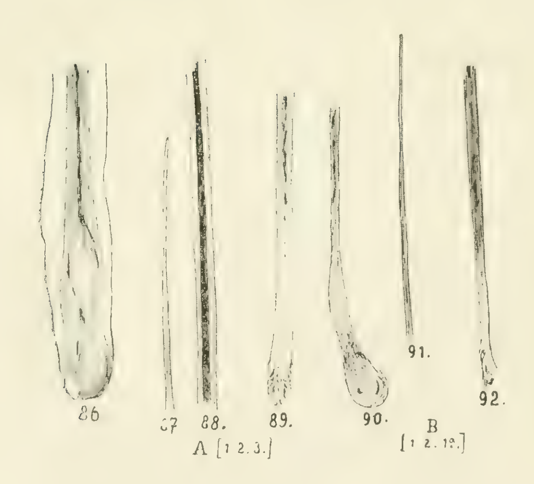

39.
A.
40.
41.
42.
43.
44.
a.
45.


46.
A.
47.
48.
49.
50.
51.
C.
52
53.
D.
55.
56.
A
57.
58.
B
[1 2 3 4]
59.
60.
61.
C
62.
63.




*Jean Rostafiński.*



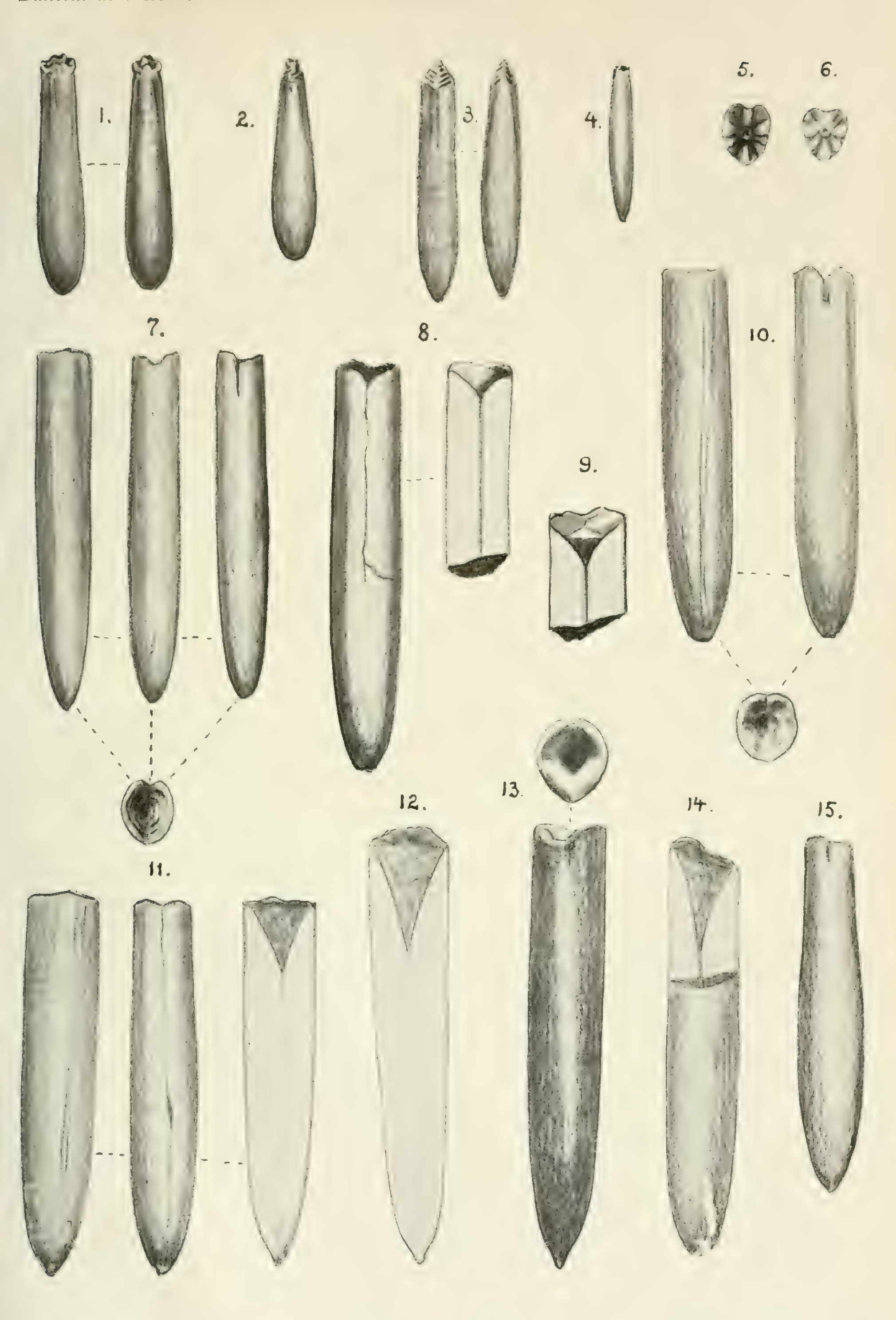




Druk Uniw. Jagiell. w Krakowie.



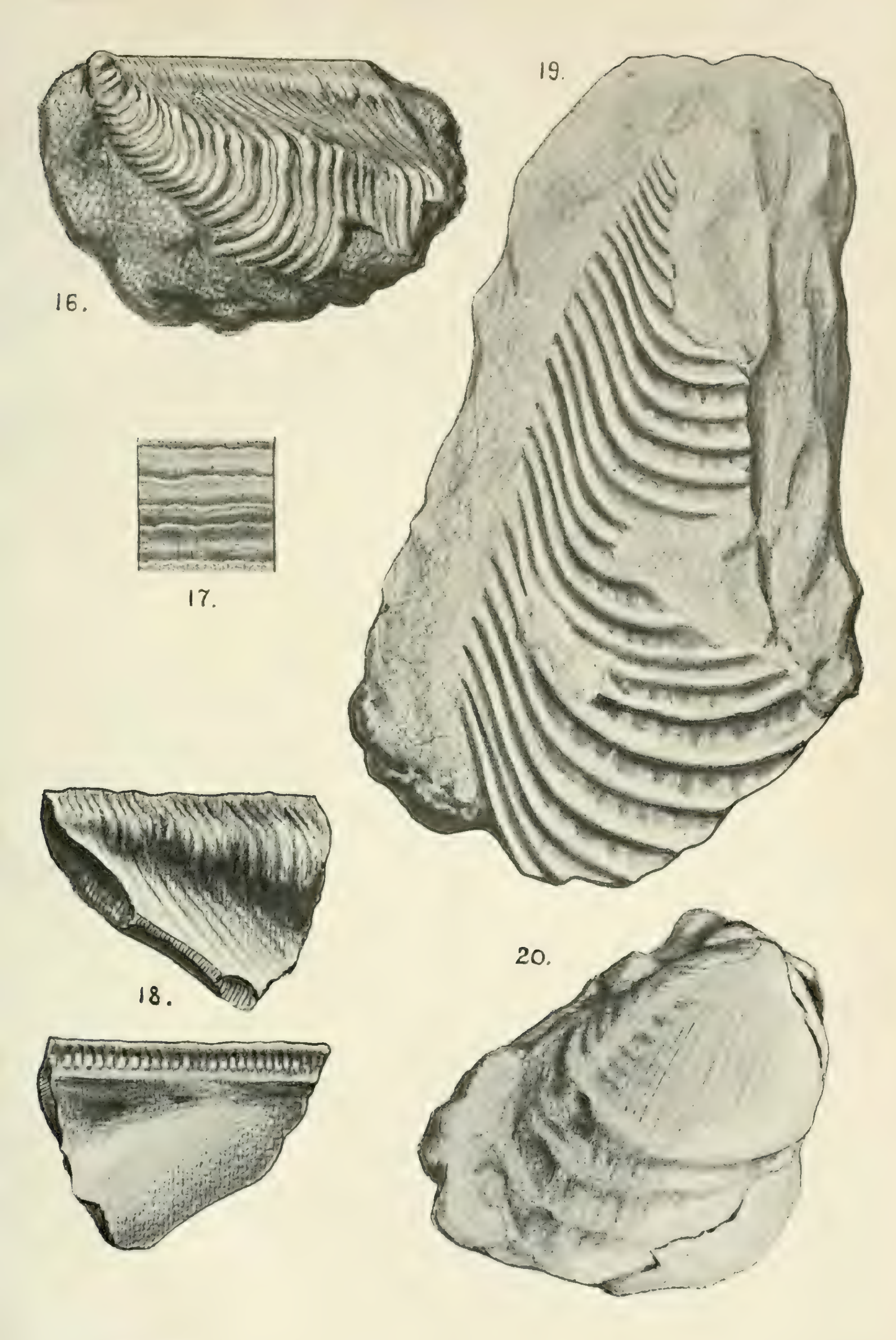

*Jean Rostafiński.*

*Druk. Uniw. Jagiell. w Krakowie.*



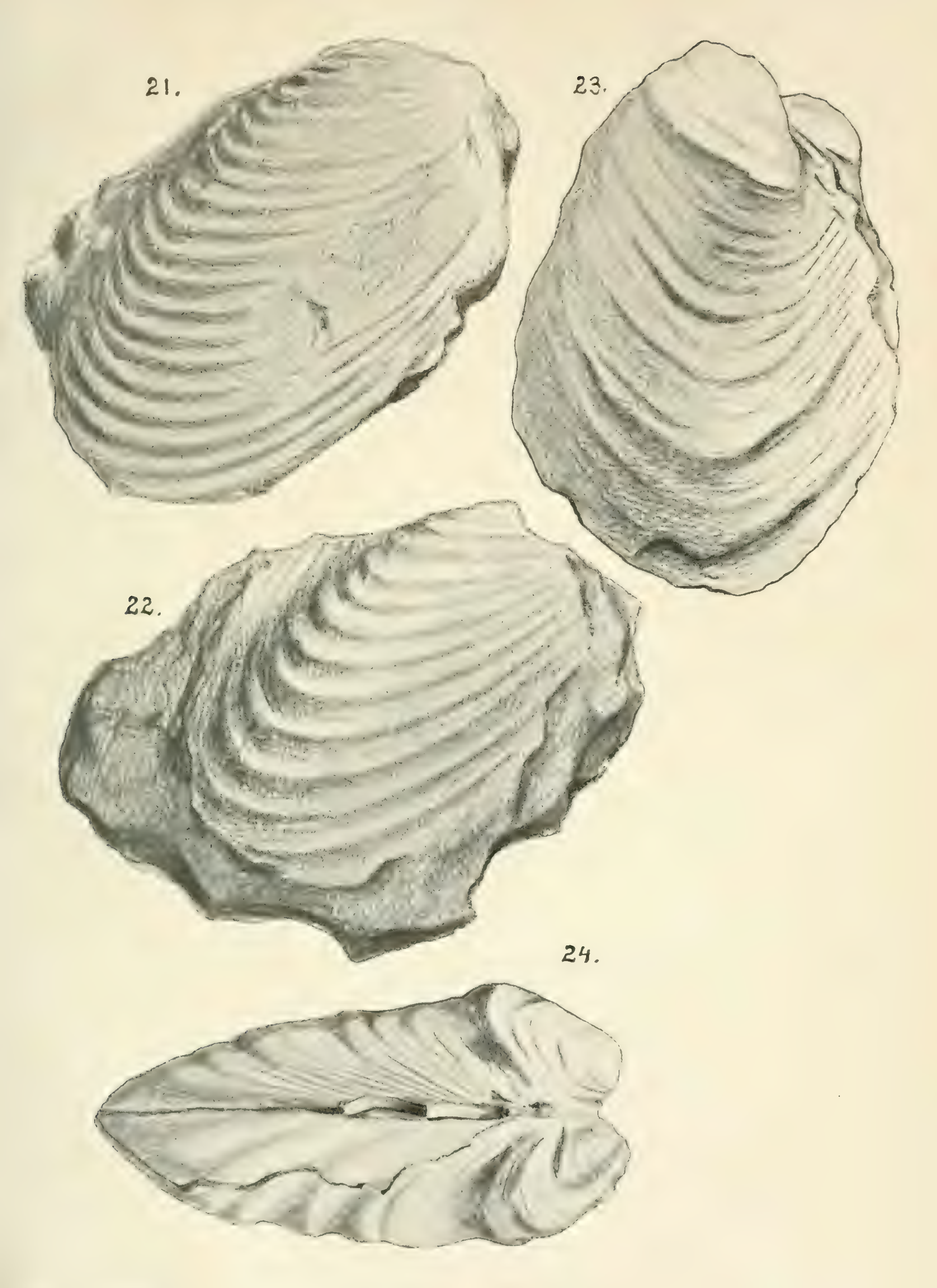

*Georg Smoleński.*

*Druk. Univ. Jagiell.*




*Georg Smoleński.*

*Druk. Uniw. Jagiell.*




Georg Smoleński.

Druk. Uniw. Jagiell.

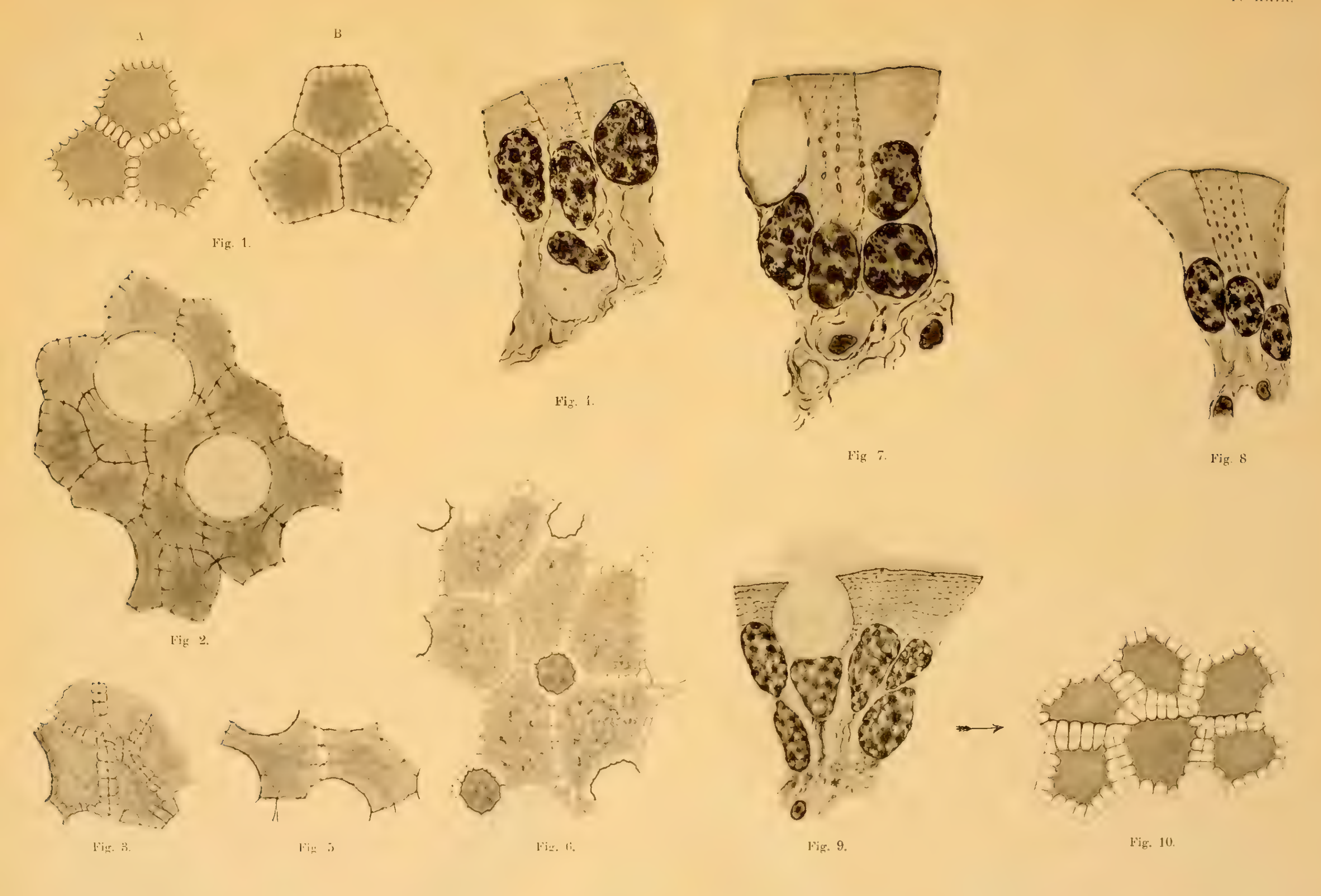



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

*R. Weigl.*

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE




Fig. 1.

Fig. 4.

M. Raciborski.



Fig. 3

Fig. 2

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLONSKIEGO W KRAKOWIE.

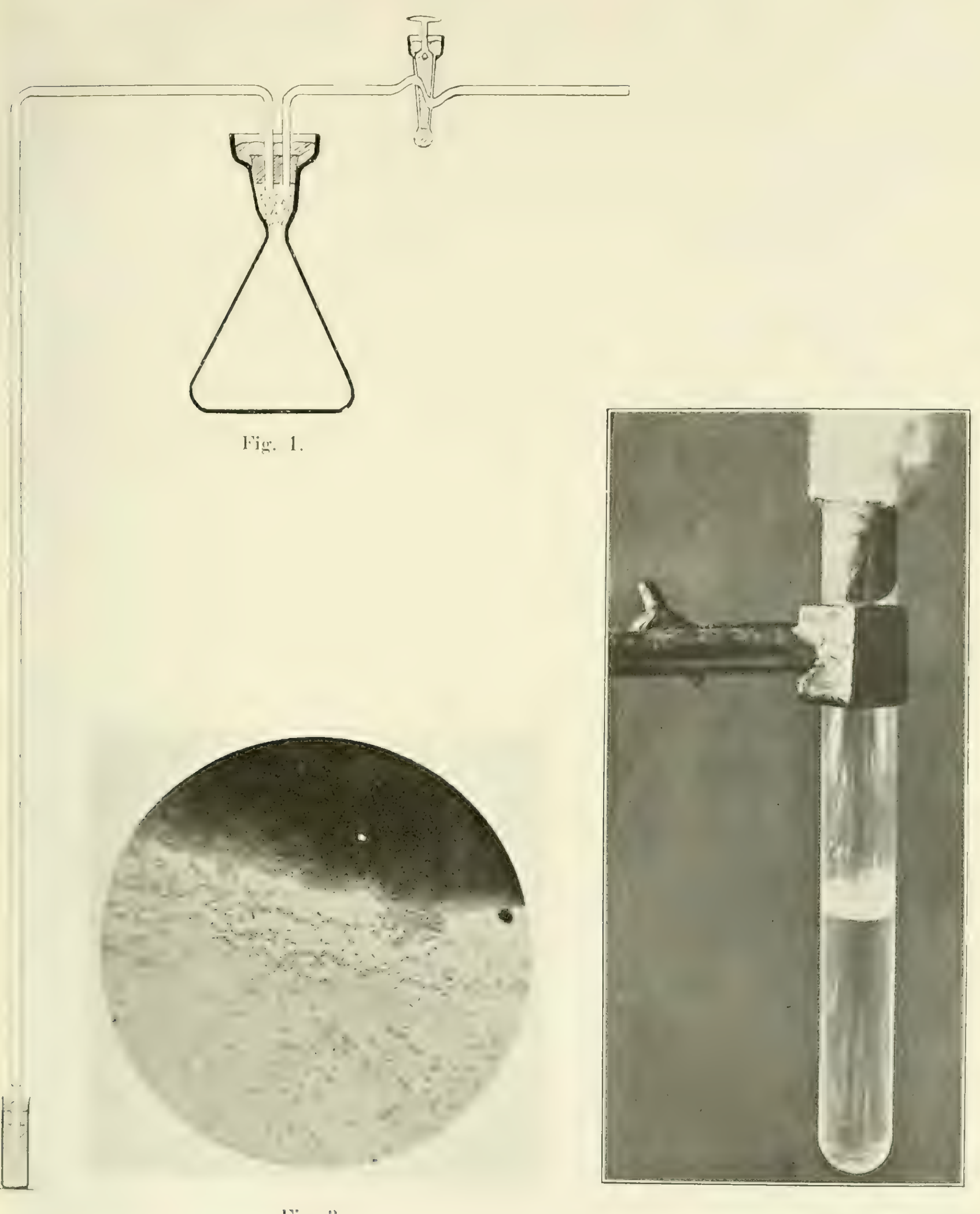


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

*B. Niklewski.*

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.

